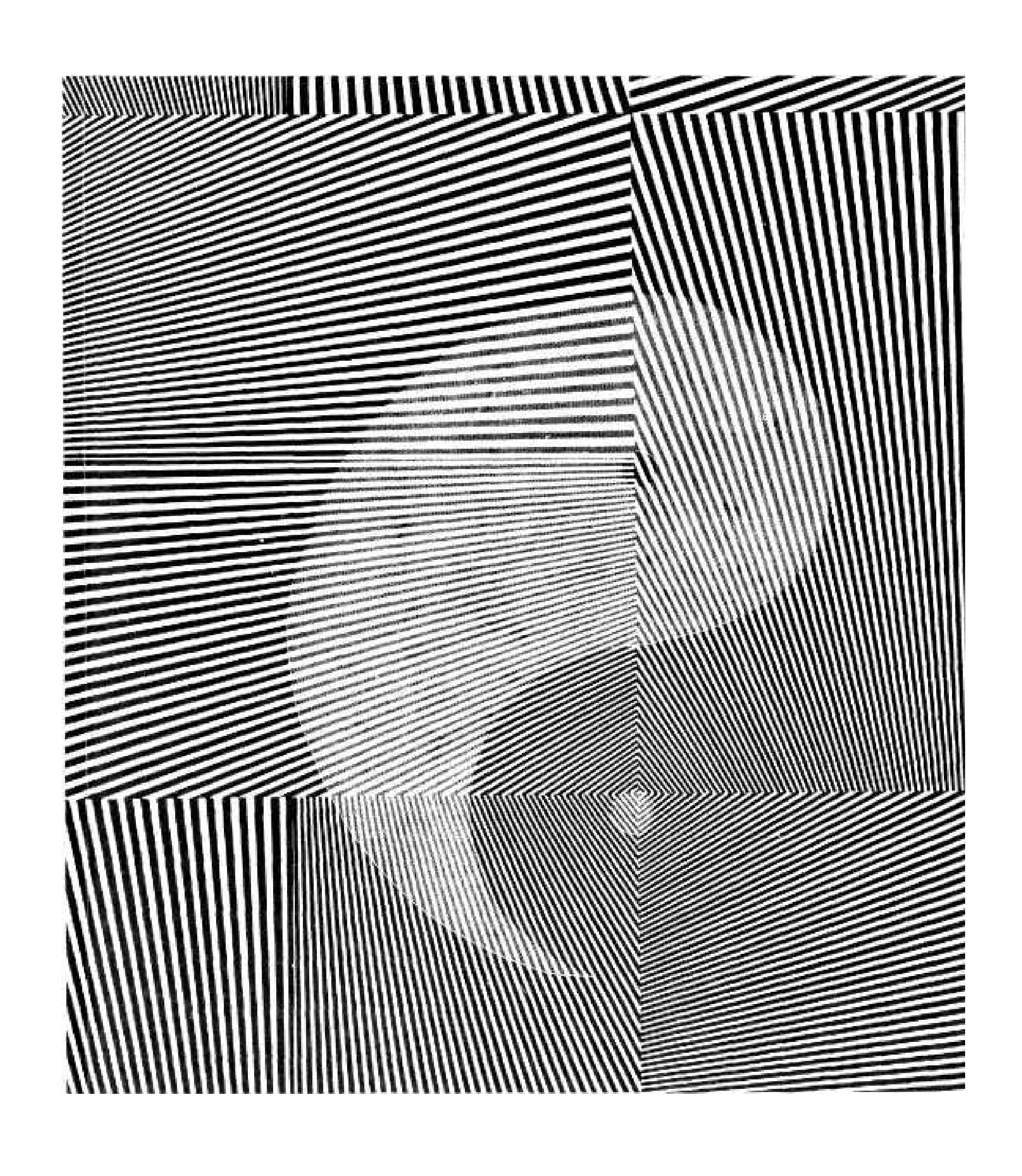
DAVID BOHM
LA TOTALIDAD Y EL ORDEN IMPLICADO



AGRADECIMIENTOS

El autor y el editor quieren agradecer la autorización necesaria para reproducir sus trabajos a las siguientes personas y entidades: The Van Leer Jerusalem Foundation (capítulos 1 y 2, de *Fragmentation and Wholeness*, 1976); los editores de *The Academy* (cap. 3, del vol. 19, n.° 1, febrero 1975); Academic Press Ltd. (capítulo 4, de *Quantum Theory Radiation and High ¡inergy Physics*, 3.ª parte, edición a cargo de D. R. Bates, 1962); Plenum Publishing Corporation (capítulos 5 y 6, de *Foundations ofPhysics*, vol. 1, n.° 4, 1971, págs. 359381 y vol. 3, n.°2, 1973, págs. 139168).

INTRODUCCION

Este libro es una colección de ensayos (véanse Agradecimientos) que muestran el desarrollo de mi pensamiento durante los últimos veinte años. Tal vez será útil, primero, comenzar Con una breve introducción que señale cuáles van a ser las principales cuestiones que se van a discutir, y cómo están relacionadas entre sí.

Diría que, en mi trabajo científico y filosófico, mi principal Interés ha sido el de comprender la naturaleza de la realidad en general, y la de la consciencia en particular, como un todo coherente, el cual nunca es estático ni completo, sino que es un proceso interminable de movimiento y despliegue. Así que, cuando miré hacia atrás, vi que, cuando era niño, me encontraba fascinado por el enigma, el misterio ciertamente, de lo que es la naturaleza del movimiento. Cada vez que *se piensa* sobre algo, parece que se capta, o como algo estático, o como una serie de imágenes estáticas. Pero, en la experiencia real del movimiento, uno *siente* un proceso de flujo continuo, no dividido, con el que la serie de imágenes estáticas del pensamiento se relaciona como podría relacionarse una serie de fotos «fijas» con la realidad de un automóvil a toda velocidad. Naturalmente, esta cuestión ya se había planteado en esencia, filosóficamente, hace más de dos mil años, en las paradojas de Zenón, pero, hasta ahora, no se puede decir que hayamos alcanzado una solución satisfactoria.

Después está la cuestión de cuál es la relación que existe entre el pensamiento y la realidad. Como nos muestra una atención cuidadosa, el pensamiento mismo es un proceso en movimiento. Es decir, uno puede experimentar una sensación de flujo en la «corriente de consciencia» muy parecida a la sensación de flujo que nos produce el movimiento de la materia en general. ¿No cabría pensar, pues, que esta consciencia sea también parte de la misma realidad como un todo? Pero, entonces, ¿querría esto decir que una parte de la realidad «conoce» a la otra? y ¿hasta dónde sería esto posible? El contenido del pensamiento, ¿nos da simplemente «instantáneas» abstractas y simplificadas de la realidad, o puede ir más allá, hasta algo capaz de abarcar la verdadera esencia del movimiento vivo que nosotros sentimos en la experiencia de la realidad?

Está claro que, al reflexionar sobre la naturaleza del movimiento, tanto en el pensamiento como en el objeto del cual se piensa, uno llega inevitablemente a la cuestión de la totalidad. La idea de que el que piensa (el *Ego)* está, por principio, completamente separado y es independiente de la realidad acerca de la cual está pensando, está, sin duda alguna, firmemente arraigada en toda nuestra tradición. (Esta noción se acepta con claridad casi universalmente en Occidente, pero en Oriente hay una tendencia general a negarlo verbal y filosóficamente, mientras que, al mismo tiempo, tal concepto impregna la mayor parte de la vida y la experiencia cotidianas, igual que ocurre en Occidente.) Una experiencia tan extendida como la que se acaba de describir, junto con una gran cantidad del conocimiento científico moderno, y relativo a la naturaleza y la función del cerebro como sede del pensamiento, sugieren firmemente que tal división no puede seguir manteniéndose con fundamento. Pero esto nos plantea un difícil reto: ¿Cómo vamos a poder pensar coherentemente acerca de una realidad de la existencia única, no discontinua y fluyente, como un todo que lo mismo contiene al pensamiento (consciencia) que a la realidad exterior a él, tal como nosotros la experimentamos?

Esto nos lleva claramente a considerar la totalidad de nuestra *visión del mundo,* que incluye nuestras nociones generales acerca de la naturaleza del mundo físico y las relativas al orden total del universo, es decir, la *cosmología.* Para ello, nuestras nociones de cosmología y las de la naturaleza del mundo físico deben ser

compatibles con una explicación consistente de la consciencia. Y viceversa, nuestras nociones sobre la consciencia deben ser compatibles con el concepto de realidad como un todo. Los dos conjuntos de nociones podrán permitirnos comprender cómo se relacionan realidad y consciencia.

Naturalmente, estas cuestiones son enormes y, en cualquier caso nunca se podrán resolver completa y definitivamente. Sin embargo, siempre me ha parecido importante que se dé una investigación continua, con propuestas encaminadas a resolver el problema que aquí se ha apuntado. Desde luego que la tendencia predominante en la ciencia moderna se ha opuesto a una empresa tal, ya que no se propone objetivos teóricos generales, sino relativamente concretos y de detalle pero que, al menos, nos prometen, de vez en cuando, algunas aplicaciones prácticas. Algunas consecuencias del objetivo que me he propuesto chocarán con fuerza con el objetivo que, al parecer, se ha propuesto la corriente generalmente aceptada.

En relación con esto, además de lo que creo que es el interés intrínseco de cuestiones tan fundamentales y profundas, me gustaría llamar la atención sobre el problema general de la fragmentación de la consciencia humana, lo cual se discutirá en el capítulo primero. Se propone allí que las distinciones, generalizadas y omnipresentes, entre la gente (raza, nación, familia, profesión, etcétera), que impiden que la humanidad trabaje unida para el bien común y, por supuesto, incluso para la supervivencia, tienen uno de los factores clave de su origen en un tipo de pensamiento que trata *las cosas* como inherentemente divididas, desconectadas y «fragmentadas» en partes constituyentes aún más pequeñas. Y se considera que cada una de estas partes es esencialmente independiente y que existe por sí misma.

Cuando el hombre piensa así de sí mismo, tiende inevitablemente a defender las necesidades de su propio «Ego» contra las de los demás, o, si se identifica con un grupo de gente de la misma clase, defenderá su grupo de un modo parecido. No puede pensar seriamente en la humanidad como una realidad básica, que exige su prioridad. Incluso cuando intenta considerar las necesidades de la humanidad, tiende a considerarla como separada de la naturaleza, y así sucesivamente. Lo que estoy exponiendo aquí es que el modo general de pensar del hombre acerca de la totalidad, por ejemplo, su concepto del mundo en general, es decisivo para ordenar la misma mente humana en su conjunto. Si, cuando piensa sobre la totalidad, la considera constituida por fragmentos independientes, su mente tenderá a trabajar de este mismo modo, pero, si puede incluir las cosas, de una forma coherente y armoniosa, en un todo global que es continuo, no fragmentado, y sin frontera alguna (porque toda frontera es una división o ruptura), entonces su mente tenderá a moverse de un modo similar y fluirá de ella una acción coherente con el todo.

Desde luego, como ya he señalado, nuestra visión general del mundo no es el *único* factor que importa en este contexto. Es cierto que hay que prestar atención a muchos otros factores, como son las emociones, las actividades físicas, las relaciones humanas, las organizaciones sociales, etcétera. Pero, tal vez porque tenemos ahora un concepto del mundo como de algo no coherente, existe la tendencia generalizada a ignorar también la importancia psicológica y social de tales cuestiones. Lo que estoy sugiriendo es que una apropiada visión del mundo, adecuada a nuestro tiempo, es uno de los factores básicos necesarios para conseguir la armonía del individuo y también la de la sociedad como un todo.

En el capítulo primero se demuestra que la ciencia misma está exigiendo un nuevo concepto del mundo que no sea fragmentario, en el sentido de que el actual método de analizar separadamente las diferentes partes que constituyen el mundo no funciona muy bien en la física moderna. Se demuestra que, tanto en la teoría de la relatividad como en la teoría cuántica, unas nociones que supusieran la totalidad no dividida del universo proporcionarían un método mucho más ordenado para considerar la naturaleza general de la realidad.

En el capítulo segundo penetramos en el papel que desempeña el lenguaje en la fragmentación del pensamiento. Se pone de relieve que la estructura sujeto-verbo-objeto de las lenguas modernas supone que toda acción surge en un sujeto aislado y actúa, o bien sobre un objeto aislado, o bien en forma refleja, sobre el mismo sujeto. Esta estructura omnipresente en nuestro pensamiento nos conduce, durante toda nuestra vida, a una fragmentación de la totalidad de la existencia en entidades separadas, consideradas como esencialmente fijas, y estáticas en su naturaleza. Por eso nos preguntamos si sería posible experimentar con formas de lenguaje nuevas, en las cuales el papel básico se le diera al verbo, antes que al nombre. Tales formas contendrían series de acciones que fluirían y se fundirían unas con otras, sin separaciones ni rupturas tajantes. Así, tanto en su forma como en su contenido, el lenguaje se armonizaría con el flujo no fragmentado del movimiento de la existencia como un todo.

Lo que proponemos aquí no es un nuevo lenguaje como tal, sino más bien un nuevo *modo* de usar el lenguaje existente: el *reomodo* (modo fluyente). Desarrollaremos este *modo* como una forma de experimentar con el lenguaje, que entendemos más adecuado para examinar la función fragmentadora del lenguaje común más que para ofrecer un nuevo modo de hablar que pudiera emplearse en las comunicaciones prácticas.

En el capítulo tercero consideramos las mismas cuestiones en un contexto distinto. Comienza con una discusión acerca de si la realidad puede considerarse en esencia como un conjunto de formas situadas en un movimiento o proceso universal subyacente y, después, si nuestro conocimiento se puede considerar del mismo modo. Así, el camino puede quedar abierto a un concepto del mundo en el que consciencia y mundo real ya no estarían separados entre sí. Esta cuestión se discute en profundidad, y llegamos al concepto de que nuestra noción general del mundo es, en sí misma, un movimiento del pensamiento en su totalidad, que debe ser viable en el sentido de que todas las actividades que brotan de él están por lo general en armonía, tanto entre sí como con respecto a la totalidad de la existencia. Solamente se ve posible esta armonía si la misma noción del mundo participa en un proceso de desarrollo sin fin, evolución y despliegue, que corresponde a una parte del proceso universal que es la base de toda existencia.

Los tres capítulos siguientes son bastante más técnicos y matemáticos. De todos modos, gran parte de ellos puede comprenderlos el lector no familiarizado, ya que los argumentos técnicos no son imprescindibles para comprender el resto, aunque le añaden contenidos significativos para aquellos que puedan seguirlos.

El capítulo cuarto se ocupa de las variables ocultas en la teoría cuántica. La teoría de los cuantos es, por ahora, el método básico más útil de que dispone la física para comprender las leyes fundamentales y universales de la materia y las de su movimiento. Por consiguiente, está claro que debe ser considerada seriamente en todo intento de desarrollar un concepto global del mundo.

La teoría cuántica, tal como está ahora formulada, nos presenta un gran reto, si es que estamos interesados en tal aventura, porque en esta teoría no existe noción absolutamente constante acerca de lo que pueda ser la realidad bajo la cual subyacen la constitución y estructura universales de la materia. De este modo, si pretendemos utilizar el concepto más aceptado acerca del mundo, el que se basa en la teoría de partículas, descubriremos que las «partículas» (por ejemplo, los electrones) también pueden manifestarse como ondas, que pueden moverse de un modo discontinuo; que no hay leyes en absoluto que puedan aplicarse en detalle a los movimientos reales de las partículas individuales, y que sólo se pueden hacer predicciones estadísticas sobre grandes conjuntos de tales partículas. Si, por otra parte, aplicamos el concepto del mundo a aquello en lo que se considera el universo como un campo continuo, encontraremos que este campo también puede ser discontinuo, como ocurre con las

partículas, y que está como incrustado en su comportamiento actual, del mismo modo que le ocurre al concepto de partícula en su relación con el todo.

Parece claro, pues, que hemos topado con una fragmentación profunda y radical, así como con una total confusión, si intentamos pensar lo que puede ser la realidad de la que tratan nuestras leyes físicas. Actualmente, los físicos tienden a evitar esta cuestión, y alegan que nuestros puntos de vista globales sobre la naturaleza del mundo físico tienen poca o ninguna importancia. Se supone que todo lo que importa en la teoría física es el desarrollo de las ecuaciones matemáticas que nos permitan predecir y dirigir el comportamiento de grandes conjuntos estadísticos de partículas. Este propósito no se considera solamente por su utilidad práctica y técnica: más bien ha llegado a darse por supuesto que tal predicción y dirección es todo lo que interesa al conocimiento humano.

Ciertamente, esta clase de suposición está de acuerdo con el espíritu general de nuestra época, pero la principal propuesta de este libro es que no podemos prescindir alegremente de tener un concepto global del mundo. Si pretendemos hacerlo así, nos encontraremos con que hemos perdido cualesquiera conceptos del mundo (generalmente inadecuados) que podríamos haber tenido a mano. En efecto, uno se da cuenta de que los físicos no pueden sumergirse precisamente ahora en cálculos de predicción y control: necesitan utilizar imágenes que se basen en *cierto* tipo de nociones generales acerca de la naturaleza del mundo físico, como las «partículas que son los ladrillos del universo»; pero estas imágenes son ahora enormemente confusas (por ejemplo: estas partículas se mueven discontinuamente y son también ondas). Resumiendo: nos hemos encontrado ante un ejemplo de cuan profunda y acuciante es la necesidad de mantener *algún* tipo de noción del mundo real en nuestro pensamiento, aunque sea fragmentaria y confusa.

Mi sugerencia es que cada etapa del propio orden con el que opera la mente requiere una comprensión global de todo lo que se conoce, no sólo en términos formales, lógicos ni matemáticos, sino también intuitivamente, en imágenes, sensaciones, uso poético del lenguaje, etcétera. (Quizá podríamos decir que esto es lo que relaciona armónicamente el «lóbulo izquierdo» con el «lóbulo derecho».) Esta forma global de pensar no es solamente una fuente caudalosa de nuevas ideas teóricas: la mente humana necesita funcionar por lo general de una manera armoniosa, lo que revertiría en beneficio de una sociedad ordenada y estable. No obstante, como se señala en los primeros capítulos, esto requiere un flujo y desarrollo continuos de nuestras ideas generales acerca del mundo real.

El capítulo cuarto se ocupa también de *proporcionar un comienzo* para el desarrollo de una visión coherente del tipo de realidad que puede ser la base de las predicciones matemáticas correctas alcanzadas con la teoría cuántica. Por lo general, estos intentos han sido recibidos por la comunidad de los físicos de un modo más bien confuso, ya que la inmensa mayoría de ellos siente que cualquier concepto general del mundo se debería admitir como una noción «recibida» y «final» acerca de la naturaleza del mundo físico. Desde el principio, mi postura ha sido la de que nuestras nociones sobre la cosmología y la naturaleza general del mundo físico están en un proceso continuo de desarrollo, y que uno debe comenzar con ideas que sean solamente una especie de mejoras sobre lo que nos ha ido siendo útil hasta ahora, y seguir desde ahí hacia ideas que sean mejores. También este capítulo presenta los problemas, reales y serios, con los que se enfrenta cualquier intento de conseguir una noción consistente de la «realidad mecánico-cuántica», y señala cierta aproximación preliminar a la solución de estos problemas en términos de variables ocultas.

En el capítulo quinto se explora una aproximación diferente a los mismos problemas. Es una investigación sobre nuestras nociones básicas de orden. El orden, en su totalidad, no tiene, es evidente, una definición última, en el sentido de que penetra todo lo que nosotros decimos y hacemos (lenguaje, pensamiento,

sentimiento, sensación, acción física, las artes, la actividad práctica, etcétera). De todos modos, en la física, el orden básico ha sido, durante siglos, el de la cuadrícula rectilínea cartesiana (ampliada ligeramente en la teoría de la relatividad a una cuadrícula curvilínea). La física ha logrado un enorme desarrollo durante este tiempo; han aparecido muchos rasgos radicalmente nuevos, pero el orden básico ha permanecido sin cambios esenciales.

El orden cartesiano es el adecuado para analizar el mundo en partes que existen separadamente (por ejemplo, partículas o elementos de campo). No obstante, en este capítulo vamos a examinar la naturaleza del orden con mayor amplitud y profundidad, y descubriremos que, tanto en la relatividad como en la teoría cuántica, el orden cartesiano plantea serias contradicciones y confusión. Esto es así porque ambas teorías implican una visión de totalidad no fragmentada del universo más que su análisis en partes independientes. Sin embargo, ambas teorías difieren radicalmente, en detalle, en sus nociones del orden. En efecto, en la relatividad, el movimiento es continuo, causalmente determinado y bien definido, mientras que, en la mecánica cuántica, es discontinuo, con causa no determinada y mal definido. Cada teoría se compromete con sus propias nociones de estática esencial y de modos fragmentarios de existencia (la relatividad, con los acontecimientos separados, relacionables por señales, y la mecánica cuántica con un estado cuántico bien definido). Se ve, pues, que hace falta una nueva teoría que deje de lado estos compromisos básicos y recupere algunos rasgos esenciales, los más que pueda, de viejas teorías, como formas abstractas derivadas de una realidad más profunda, en la que lo que prevalece es una totalidad no fragmentada.

En el capítulo sexto vamos más allá; comenzamos un desarrollo más concreto: el de un concepto nuevo del orden que puede resultar apropiado a un universo de totalidad no fragmentada. Se trata del orden *implicado o plegado.* En el orden implicado, ni el espacio ni el tiempo son ya los factores dominantes para determinar las relaciones de dependencia o independencia de los diferentes elementos. Es posible que exista una relación básica diferente por completo entre los elementos, y que, por ella, nuestras nociones ordinarias del espacio y del tiempo, junto con la de partículas materiales existentes por separado, queden absorbidas en las formas derivadas de este orden más profundo. En efecto, estas nociones ordinarias aparecen en lo que se llama el orden *explicado* o *desplegado,* que es una forma especial y particular contenida dentro de la totalidad general de todos los órdenes implicados.

También en este capítulo se presenta de un modo general el orden implicado, y se discute matemáticamente en un apéndice.

En cambio, el séptimo y octavo capítulos son una presentación más desarrollada (aunque no técnica) del orden implicado, seguido de la relación de éste con la consciencia. Esto nos lleva a señalar ciertos caminos por los que se puede acometer el reto urgente de desarrollar una cosmología y un conjunto de nociones generales sobre la naturaleza del mundo físico, que sean los adecuados a nuestro tiempo.

Finalmente esperamos que la presentación del material de estos ensayos ayude a que el lector comprenda que el tema mismo está actualmente desplegado, de manera que la forma en que está el libro sea, como lo fue cuando estaba plegado, un ejemplo de lo que quiere decir su contenido.

1. FRAGMENTACIÓN Y TOTALIDAD

El título de este capítulo es «Fragmentación y totalidad». Es especialmente importante que consideremos esta cuestión ahora, porque la fragmentación está muy extendida por todas parles, no sólo por toda la sociedad, sino también en cada individuo, produciendo una especie de confusión mental generalizada que crea una interminable serie de problemas y que interfiere en la claridad de nuestra percepción tan seriamente que nos impide resolver la mayor parte de ellos.

Porque el arte, la ciencia, la tecnología, y el trabajo humano en general, están divididos en especialidades, y cada una de ellas se considera que está en esencia separada de las demás. Al quedar insatisfechos con este estado de cosas, los hombres han seguido planteando temas interdisciplinarios que pretenden unir estas especialidades, pero que, a fin de cuentas, han servido principalmente para añadir otros fragmentos separados. Además, la sociedad en su conjunto se ha desarrollado de tal modo que se ha visto dividida en naciones separadas y en diferentes grupos religiosos, políticos, económicos, raciales, etcétera. Del mismo modo, se contempla el ambiente natural del hombre como un agregado de partes existentes por separado, que son explotadas por diferentes grupos de gentes. De un modo parecido, cada ser humano individual ha sido fragmentado en gran número de compartimientos separados y en conflicto, según sus diferentes deseos, objetivos, ambiciones, lealtades, características psicológicas, etcétera, hasta el punto de que ya se acepte en general que es inevitable cierto grado de neurosis, mientras que muchos individuos, que llegan más allá de los límites «normales» de esta fragmentación, quedan clasificados como paranoides, esquizoides, psicóticos, etcétera.

La idea de que todos estos fragmentos existen por separado es, evidentemente, una ilusión, y esta ilusión no puede hacer otra cosa que llevarnos a un conflicto y una confusión sin fin. Es más, el intento de vivir de acuerdo con la idea de que estos fragmentos están realmente separados es, en esencia, lo que nos ha llevado a la creciente serie de crisis sumamente urgentes que hoy se nos están planteando. Porque, como ya sabemos, este modo de vivir nos ha abocado a la contaminación, a la destrucción del equilibrio de la naturaleza, a la superpoblación, al desorden económico y político del mundo entero, y a la creación de un medio ambiente que no es física ni mentalmente saludable para la mayoría de la gente que tiene que vivir en él. Se ha desarrollado una sensación generalizada de desamparo y desesperanza individuales ante lo que parece ser una aplastante masa de fuerzas sociales dispares, que han escapado al dominio e incluso a la comprensión de los propios seres humanos que han sido afectados por ellas.

Siempre ha sido necesario para el hombre, y propio de su pensamiento el dividir las cosas hasta cierto punto, y el separarlas para reducir sus problemas a unas proporciones manejables, porque, es evidente que, si intentáramos tratar con toda la realidad a la vez en nuestra técnica práctica, nos estancaríamos en ella. De modo que, en cierto sentido, la creación de temas especiales de estudio y la división del trabajo fueron pasos importantes hacia adelante. Incluso al principio, la primera vez que el hombre se dio cuenta de que él no era exactamente lo mismo que la naturaleza, dio también un paso crucial, porque ello le hizo posible una especie de autonomía mental que le permitió llegar más allá de los límites inmediatos que le imponía la misma naturaleza, al principio con su imaginación y, más recientemente, con su trabajo práctico.

Sin embargo, esta especie de habilidad que tiene el hombre para separarse de su entorno y para dividir y distribuir las cosas le ha llevado últimamente a un campo de resultados negativos y destructores, porque el hombre ha perdido la consciencia de lo que está haciendo y, por tanto, ha extendido el proceso de división más allá de los

límites dentro de los cuales funciona correctamente. En lo esencial, el proceso de división es una manera de *pensar sobre las cosas* adecuada y útil principalmente para las actividades prácticas, técnicas y funcionales (por ejemplo, para dividir un terreno en distintos campos, en donde deben crecer diferentes cultivos). Sin embargo, cuando este modo de pensar se amplía a la noción que el hombre tiene de sí mismo y al mundo entero en el cual vive (por ejemplo, a su propio concepto del mundo), deja de considerar las divisiones resultantes como simplemente útiles o convenientes y comienza a verse y sentirse a sí mismo, y a su mundo, como formados realmente por fragmentos con existencia separada. Guiado por un concepto fragmentario de su propio mundo, el hombre intenta entonces romperse a sí mismo y su mundo, para que así todo parezca corresponder a su modo de pensar. Así consigue una prueba aparente de que su propio concepto fragmentario del mundo es correcto aunque, por supuesto, no advierta el hecho de que es él mismo, actuando según su manera de pensar, quien ha introducido esta fragmentación que ahora parece tener una existencia autónoma, independiente de su voluntad y de su deseo.

Desde tiempo inmemorial, el hombre ha sido siempre consciente de la existencia de este estado de fragmentación aparentemente autónoma, y a menudo ha proyectado mitos acerca de una primigenia «edad de oro», antes de que la escisión entre el hombre y la naturaleza y entre hombre y hombre hubiera tenido lugar; el hombre ha buscado siempre la totalidad mental, física, social, individual.

Es instructivo considerar que la palabra inglesa *health* (salud) procede de la palabra anglosajona *hale,* que significa *whole* (en inglés, «todo»). Es decir, estar saludable es estar completo, lo cual es aproximadamente, según pienso, el equivalente del hebreo *shalem.* De un modo parecido, la palabra inglesa *holy* (sagrado) tiene la misma raíz que *whole.* Todo esto indica que el hombre siempre ha sentido que su plenitud o integridad era de una necesidad absoluta para que la vida valiera la pena de ser vivida. A pesar de ello, generalmente ha vivido en la fragmentación desde tiempos inmemoriales.

Por supuesto, la cuestión de cómo ha llegado a esta situación requiere una consideración cuidadosa y seria.

En este capítulo dedicaremos atención al papel sutil pero determinante que nuestras formas generales de pensar desempeñan para sostener la fragmentación y para defraudar nuestros más profundos anhelos de totalidad o integridad. Para darle a la discusión un contenido concreto, tendremos que extendernos algo en la investigación científica corriente, que es un campo relativamente familiar para mí (aunque, por supuesto, se pueda comprender el significado global de las cuestiones que se discuten).

Lo que hay que poner de relieve, ante todo en la investigación científica, y más tarde en un contexto más general, es que la fragmentación produce continuamente la costumbre casi universal de pensar que el contenido de nuestro pensamiento es «una descripción del mundo tal como es». O que, según esta costumbre, consideremos nuestro pensamiento en correspondencia directa con la realidad objetiva. Como nuestro pensamiento está permeado de diferencias y distinciones, esta costumbre nos lleva a considerar estas divisiones como reales, y vemos y experimentamos el mundo como realmente dividido en fragmentos.

En efecto, la relación entre el pensamiento y la realidad de la que trata este pensamiento es mucho más compleja que la de una mera correspondencia, ya que, en la investigación científica, gran parte de nuestro pensamiento la forman las *teorías.* La palabra «teoría» procede del griego *theoria*, que tiene la misma raíz que «teatro», una palabra que significa «ver» o «hacer un espectáculo». Luego, podemos muy bien decir que una teoría es, en primer lugar, una manera *de formarse una idea*, es decir, una manera de mirar el mundo, y no una forma de *conocimiento* de lo que es el mundo.

Por ejemplo, en los tiempos más antiguos, los hombres tenían la teoría de que la materia celestial era fundamentalmente *distinta* de la materia terrenal, y que era natural que los objetos terrestres cayeran, mientras que también era natural que los objetos celestes, como la luna, se quedaran arriba, en el cielo. Sin embargo, al comienzo de la edad moderna, los científicos empezaron a desarrollar la idea de que no hay diferencia esencial entre la materia terrestre y la celeste. Esto suponía, claro está, que los objetos celestes, como la luna, deberían caer, pero durante mucho tiempo el hombre no se dio cuenta de esta implicación. En un momento súbito de intuición, Newton *vio* que la manzana cae como lo debe hacer la luna, y como lo hace cualquier otro objeto. Así llegó a la teoría de la gravitación universal, en la que todos los objetos se consideraron como cayendo hacia diferentes centros (por ejemplo, la tierra, el sol, los planetas, etcétera). Esto constituía una nueva forma de *mirar* a los cielos, en la que los movimientos de los planetas no se veían ya según el antiguo concepto de una diferencia esencial entre la materia celeste y la terrestre. Más bien se consideraban estos movimientos según el modo de caer de toda materia, celeste y terrestre, hacia diferentes centros, y cuando se veía algo que no se había previsto que cayera así, se buscaban y a menudo se descubrían planetas nuevos hacia los que caían los objetos celestes (demostrándose así la relevancia de este modo de observar).

La forma newtoniana de observar funcionó muy bien durante varios siglos, pero últimamente (como les había ocurrido a las intuiciones griegas que la habían precedido) condujo a unos resultados muy poco claros cuando se quiso extender a nuevos campos. En estos nuevos campos se desarrollaron nuevas formas de intuición (la teoría de la relatividad y la teoría cuántica). Éstas dieron una imagen del mundo radicalmente diferente de la de Newton (aunque se encontró que esta última era todavía válida, por supuesto, pero en un campo limitado). Si suponemos que las teorías nos dan verdadero conocimiento, que corresponde a «la realidad tal como es», tendremos que concluir que la teoría newtoniana fue verdadera hasta aproximadamente el 1900, después de cuyo año se convirtió súbitamente en falsa, mientras que la relatividad y la teoría cuántica se convirtieron de pronto en verdades. No se producirá una conclusión tan absurda, sin embargo, si decimos que todas las teorías son modos de observar que no son verdaderos ni falsos, sino más bien claros en ciertos campos y nada claros cuando se extienden más allá de estos campos. Esto significa, no obstante, que no debemos identificar teorías con hipótesis. Como indica la raíz griega de la palabra, una hipótesis es una suposición, es decir, una idea que se «pone debajo» de nuestro razonamiento como una base provisional sobre la cual probamos experimentalmente su verdad o falsedad. Sin embargo, como sabemos muy bien, no puede existir una prueba experimental *concluyente* que demuestre lo cierto o lo falso de una hipótesis general que se propone abarcar toda la realidad.

Más bien, con lo que uno se encuentra (por ejemplo, con los epiciclos de Ptolomeo o con el fracaso de los conceptos de Newton precisamente antes de la relatividad y la teoría cuántica) es con que las antiguas teorías se van haciendo cada vez menos claras cuando uno intenta usarlas para obtener datos en campos nuevos. Generalmente, una atención cuidadosa acerca de lo que está ocurriendo será la clave principal que nos llevará a nuevas teorías que, después, constituirán nuevas formas de observación.

Así pues, en vez de suponer que las teorías antiguas se han hecho falsas en un momento dado, diremos simplemente que el hombre está desarrollando continuamente nuevas formas de observación, que son claras hasta cierto punto y que después tienden a hacerse confusas. En esta actividad no hay razón evidente para suponer que hay o que habrá una forma final de observación (correspondiente a la verdad absoluta), ni siquiera una serie continua de aproximaciones a la misma. Más bien, por la naturaleza del caso, se puede esperar un desarrollo sin fin de nuevas

formas de observación (que, sin embargo, asimilarán ciertos rasgos clave de las antiguas formas y simplificaciones, como lo hizo la teoría de la relatividad con la teoría newtoniana). Pero, como ya hemos apuntado antes, esto significa que nuestras teorías tienen que considerarse en primera instancia como modos de contemplar el mundo como un todo (es decir, conceptos del mundo) más que como «conocimiento absolutamente verdadero de cómo son las cosas» (o como una aproximación continua hacia este último).

Cuando contemplamos el mundo mediante nuestra intuición teórica, el conocimiento de los hechos que obtenemos estará evidentemente adaptado y conformado por nuestras teorías. Por ejemplo, en los tiempos antiguos, el hecho de los movimientos de los planetas se describía de acuerdo con la idea ptolemaica de los epiciclos (círculos descritos sobre círculos). Durante la época de Newton, este hecho se describía según órbitas planetarias precisamente determinadas, analizadas según gradientes de caída hacia diferentes centros. Más tarde se vio el hecho relativísticamente, según los conceptos einsteinianos de espacio y tiempo. Mucho más tarde, un tipo de hecho muy diferente se especificó en términos de la teoría cuántica (que, en general, sólo ofrece un hecho estadístico). En biología, se describe ahora un hecho según la teoría de la evolución, pero en tiempos anteriores se explicaba considerando como fijas las especies de seres vivos.

Más generalmente, tras la percepción y la acción, nuestras intuiciones teóricas nos proveen de la principal fuente de organización de nuestro conocimiento objetivo; nuestra experiencia global está conformada así. Según Kant, quien parece haber sido el primero en exponerlo, toda experiencia está organizada según las categorías de nuestro pensamiento, es decir, de nuestros modos de pensar sobre el espacio, el tiempo, la materia, la sustancia, la causalidad, la contingencia, la necesidad, la universalidad, la particularidad, etcétera. Podemos decir que estas categorías son formas generales de observación o maneras de considerarlo todo, por lo cual, en cierto sentido, son una especie de teorías (aunque, desde luego, este nivel de teoría debe haberse desarrollado muy pronto en la evolución humana).

Para mayor claridad de nuestra percepción y de nuestro pensamiento es necesario que sepamos cómo está conformada nuestra experiencia por la intuición (clara o confusa) según las teorías implícitas o explícitas en nuestras pautas generales de pensar. Para este fin es útil recalcar que la experiencia y el conocimiento son un solo proceso, antes que pensar que nuestro conocimiento se da *acerca* de cierta clase de experiencia separada. Podemos referirnos a este proceso único como experiencia-conocimiento (el guión significa que éstos son dos aspectos inseparables de un movimiento total).

Ahora bien, si no somos conscientes de que nuestras teorías están cambiando continuamente nuestras formas de observación, dando aspecto y forma a nuestra experiencia en general, nuestra visión se verá limitada. Se podría decir así: la experiencia con la naturaleza se parece mucho a la experiencia con los seres humanos. Si uno se acerca a otro hombre con una «teoría» fija acerca de él, como «enemigo» del que tiene que defenderse, él responderá de un modo parecido y, por tanto, esta «teoría» se verá aparentemente confirmada por la experiencia. De un modo parecido, la naturaleza responderá de acuerdo con la teoría con la que uno se le acerque. Así, en los tiempos antiguos, el hombre pensaba que las plagas eran inevitables, y este pensamiento le hizo comportarse de un modo tal que propagó las condiciones que causaban su extensión. Con las formas modernas de observación científica, el comportamiento del hombre es tal, que ha terminado con las formas de vida insanas, responsables de la propagación de las epidemias y, así, éstas ya no son inevitables.

Lo que impide a las intuiciones teóricas ir más allá de las limitaciones existentes, y cambiar al encontrarse con hechos nuevos, es precisamente la creencia de que las

teorías nos dan un conocimiento verdadero de la realidad (lo cual supone que nunca cambian). Aunque nuestra forma moderna de pensar ha cambiado mucho en comparación con la antigua, ambas han tenido un rasgo clave en común: por ejemplo, una y otra acostumbran a quedar «deslumbradas» por la idea de que la teoría nos da un verdadero conocimiento de «la realidad tal como es». Así, ambas llegan a confundir las formas y las apariencias, inducidas en nuestras percepciones por la intuición teórica, con realidades independientes de nuestro pensamiento y de nuestra manera de observar. Esta confusión tiene una importancia decisiva, porque nos lleva a acercarnos a la naturaleza, a la sociedad y al individuo con unas formas de pensamiento más o menos fijas y limitadas, y así, nos confirmarán en apariencia que sus mismas limitaciones se dan en la experiencia.

Esta confirmación sin fin de las limitaciones de nuestro modo de pensar es especialmente significativa en lo que se refiere a la fragmentación, porque, como ya hemos apuntado antes, cada forma de intuición teórica introduce sus propias diferencias y distinciones esenciales (por ejemplo, en los tiempos antiguos existía una distinción esencial entre la materia celeste y la terrestre, mientras que en la teoría newtoniana era esencial distinguir los centros hacia los que toda materia estaba cayendo). Si consideramos estas diferencias y distinciones como modos de observar, como guías para la percepción, esto no presupondrá que sean sustancias o entidades existentes de forma separada.

Por otra parte, si consideramos nuestras teorías como «descripciones directas de la realidad tal como es», entonces trataremos inevitablemente esas diferencias y distinciones como divisiones, lo que supondrá la existencia separada de los diferentes términos elementales que aparezcan en la teoría. Esto nos conduce a la ilusión de que el mundo está realmente constituido de fragmentos separados y, como ya se ha indicado, esto nos hará actuar de tal manera que, de hecho, produciremos la verdadera fragmentación presupuesta en nuestra actitud hacia la teoría.

Es importante que subrayemos este punto. Por ejemplo, alguien puede decir: «La fragmentación en ciudades, religiones, sistemas políticos, conflictos en forma de guerras, violencia general, fratricidio, etcétera, es la realidad. La totalidad es solamente un ideal, por el que tal vez deberíamos esforzarnos». Pero esto no es lo que se está diciendo aquí. Más bien debería decirse que es la totalidad lo que es real, y que la fragmentación es la respuesta de esta totalidad a la acción del hombre, guiado por una percepción ilusoria y deformado por un pensamiento fragmentario. En otras palabras, es precisamente porque la realidad es un todo por lo que el hombre, con su modo fragmentario de acercarse a ella, encontrará inevitablemente la correspondiente respuesta fragmentaria. Por ello, lo que necesita el hombre es tener en cuenta su costumbre de pensar fragmentariamente, ser consciente de esta costumbre y, así, terminar con ella. La aproximación del hombre a la realidad debe, pues, ser total, y así su respuesta será también total.

Sin embargo, para que esto suceda es decisivo que el hombre esté advertido de la actividad de su pensamiento *corno tal*, es decir, como una forma de observación, una manera de mirar más bien que como «una copia exacta de la realidad tal como es».

Nos consta que podemos tener un número indeterminado de formas de considerar las cosas. Lo que necesitamos no es una *integración* del pensamiento, una especie de unificación impuesta, porque cualquier punto de vista impuesto sería, obviamente, otro fragmento. Más bien debemos considerar todos nuestros diferentes modos de pensar como maneras distintas de observar una realidad única, y cada uno de ellos con un campo para el cual es claro y adecuado. En efecto, se puede comparar una teoría con la visión de un objeto desde un cierto punto. Cada vista nos da solamente la apariencia del objeto en cierto aspecto. El objeto completo no se percibe en ninguna de las vistas, sino que más bien se ha captado sólo *implícitamente* como una realidad singular que se muestra en todas estas vistas. Cuando comprendamos

profundamente que nuestras teorías también funcionan de este modo ya no caeremos en el vicio de ver la realidad y actuar sobre ella como si estuviera constituida por fragmentos existentes por separado, lo que corresponde al modo en que ésta aparece en nuestro pensamiento y en nuestra imaginación cuando tomamos nuestras teorías por «descripciones directas de la realidad tal como es».

Más que una conciencia general del papel que juegan las teorías, como hemos señalado más arriba, lo que necesitamos es prestar una atención especial a esas teorías que contribuyen a expresar la globalidad de los conceptos de nuestro propio mundo. Porque, en una parte muy considerable, es en esos conceptos del mundo donde se han formado, implícita o explícitamente, nuestras ideas generales sobre la naturaleza del mundo real y sobre la relación entre nuestro pensamiento y la realidad. De acuerdo con esto, las teorías generales de la física juegan un papel importante, porque se las considera dedicadas a la naturaleza universal de la materia que constituye todas las cosas, y al espacio y el tiempo en cuyos términos se describe todo movimiento físico.

Consideremos, por ejemplo, la teoría atómica, que fue propuesta por Demócrito hace más de dos mil años. En esencia, esta teoría nos lleva a considerar el mundo como constituido por átomos que se mueven en el vacío. Las formas y características en cambio constante de los objetos de un cierto tamaño se ven ahora como los resultados de unas distribuciones cambiantes de los átomos móviles. Evidentemente, esta manera de considerarlo fue, en ciertos aspectos, un modo importante de representarse la totalidad, porque hacía posible que el hombre comprendiera la enorme variedad del mundo entero según los movimientos de un solo conjunto de elementos constituyentes básicos, en medio de un solo vacío que penetraba la totalidad de lo existente. Pero últimamente, según se iba desarrollando la teoría atómica, su aproximación a la realidad iba siendo cada vez más fragmentaria. Por esto dejó de considerarse como un concepto global, una manera de mirar, y, por el contrario, se considera ahora como una verdad absoluta la noción de que, en realidad, la totalidad del mundo físico no está constituida en absoluto por «ladrillos atómicos» que trabajan todos a la vez de un modo más o menos mecánico.

Naturalmente, tomar cualquier teoría física como una verdad absoluta tenderá a fijar las formas generales del pensamiento sobre la física y, por consiguiente, contribuirá a su fragmentación. Pero, además, el contenido particular de la teoría atómica era tal que inducía especialmente a esta fragmentación, puesto que estaba implícito en su contenido que el mundo entero, desde la naturaleza, continuando con el ser humano, incluyendo su cerebro, su sistema nervioso, su mente, etcétera, se podían considerar en principio como estructuras y funciones de agregados de átomos con existencia separada. El hecho de que en los experimentos del hombre y en su experiencia general se confirmara esta representación atómica, se consideró después como una prueba de que era correcta y, por supuesto, de la verdad universal de este concepto. Por tanto, casi todo el peso de la ciencia respaldó esta concepción fragmentaria de la realidad.

De todos modos, es importante subrayar que, como acostumbra a ocurrir en tales casos, la confirmación experimental del punto de vista atómico es limitada. Así, en los campos que cubren la teoría cuántica y la relatividad, el atomismo lleva a cuestiones confusas que señalan la necesidad de contar con nuevas formas de observación tan diferentes del atomismo como lo era éste de las teorías que habían aparecido antes que él.

Porque la teoría cuántica nos muestra que el intento de describir y seguir una partícula atómica con precisión de detalles significa muy poco. (Daremos más detalles sobre este punto en el capítulo quinto.) La idea de trayectoria de un átomo tiene sólo un campo limitado de aplicación. En una descripción más detallada, el átomo parece que se comporta, en muchos aspectos, de una forma mucho más

parecida a una onda que a una partícula. Tal vez sería mejor considerarlo como una nube escasamente definida, con una forma particular que depende de la totalidad de su entorno, incluyendo en él el instrumento que lo observa. Por consiguiente, ya no se puede mantener por más tiempo la división entre el observador y lo observado (como está implícito en la concepción atomística, que considera cada uno de ellos como agregados separados de átomos). Más bien ambos, observador y observado, son aspectos emergentes e interpenetrados de una realidad total, la cual es indivisible y no analizable.

La relatividad nos lleva a una manera de mirar el mundo que se parece a la anterior en ciertos aspectos clave. (Véase el capítulo quinto para más detalle acerca de este punto.) Del hecho de que, desde el punto de vista de Einstein, no sea posible que señal alguna sea más rápida que la luz, se deduce que el concepto de lo que es un cuerpo rígido se viene abajo. Pero este concepto es decisivo en la teoría atómica clásica, porque en esta teoría los últimos elementos constitutivos del universo

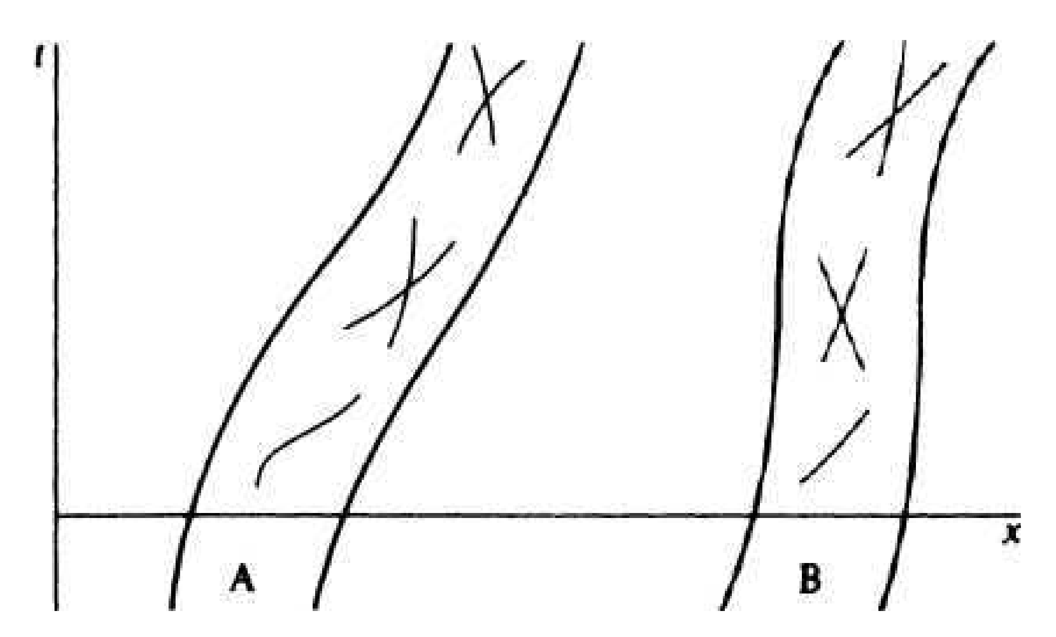


Figura 1.1

son pequeños objetos indivisibles, y esto solamente es posible si cada parte de uno de estos objetos está rígidamente unida a todas las demás. En una teoría relativística hay que renunciar por completo al concepto de que el mundo está constituido por objetos básicos o «ladrillos». Más bien hay que considerar el mundo como un fluir universal de acontecimientos y procesos. Por tanto, tal como indican A y B en la figura 1.1, en vez de pensar en una partícula, se debe pensar en un «mundo tubo».

Este mundo tubo representa el proceso infinitamente complejo de una estructura en movimiento y desarrollo que se centra en una región señalada por los límites del tubo. No obstante, incluso fuera del tubo, cada «partícula» tiene un campo que se extiende por el espacio y se mezcla con los campos de otras partículas.

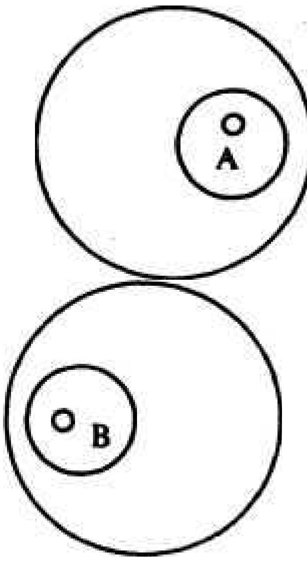


Figura 1.2

Podremos tener una imagen más gráfica de lo que queremos significar considerando las formas de una onda como estructuras de un remolino en una corriente que fluye. Como puede verse en la figura 1.2, los dos remolinos, centrados más o menos en A y B, corresponden a modelos estables de flujo del fluido. Evidentemente, hay que considerar ambos remolinos como abstracciones que destacan en nuestra percepción por nuestra manera de pensar. En realidad, los dos flujos abstractos se mezclan y se unen en un movimiento global de la corriente que fluye. No hay división neta alguna entre ambos, ni tampoco se deben considerar como entidades existentes por separado ni independientes.

La teoría de la relatividad requiere esta manera de observar las partículas atómicas, las cuales constituyen toda la materia, incluyendo, desde luego, a los seres humanos con sus cerebros, sus sistemas nerviosos y los instrumentos de observación que han construido y que utilizan en sus laboratorios. Así, al acercarnos a la cuestión por caminos diferentes, tanto la relatividad como la teoría cuántica coinciden en que ambas presuponen la necesidad de mirar el mundo como un *todo continuo,* en el cual todas las partes del universo, incluyendo al observador y sus instrumentos, se mezclan y unen en una totalidad. En esta totalidad, la forma atomística de mirarla es una simplificación y una abstracción, solamente válida en algún contexto limitado.

Tal vez sería mejor que la nueva forma de observación se llamara *Totalidad No Dividida en Movimiento Fluyente.* Esta manera de ver supone que el flujo es, en cierto sentido, previo a las «cosas» que vemos formarse y disolverse en dicho flujo. Tal vez se podría ilustrar mejor lo que se intenta decir aquí considerando la «corriente de la consciencia». Este flujo de atención no es definible con precisión y, sin embargo, es previo a las formas definibles de pensamientos e ideas que podemos ver formarse y disolverse en su flujo, como rizos, ondas y remolinos en una corriente que fluye. Como ocurre con tales modelos de movimiento en una corriente, algunos pensamientos son recurrentes y persisten de un modo más o menos estable, mientras que otros son evanescentes.

Lo que proponemos para esta nueva forma general de observar es que toda la materia es de esta naturaleza. Es decir: hay un flujo universal que no se puede definir explícitamente, pero que se puede conocer sólo de forma implícita, como lo indican sus formas y estructuras explícitamente definibles, unas estables y otras inestables, que pueden ser abstraídas del flujo universal. En este flujo, la mente y la materia no son sustancias separadas, sino que son más bien aspectos diferentes de un

movimiento único y continuo. Así, podremos contemplar todos los aspectos de la existencia como no separados unos de otros y, por tanto, terminar con la acostumbrada fragmentación propia del punto de vista atomístico, que nos lleva a separarlo todo absolutamente de todo. Sin embargo podremos asumir el aspecto del atomismo que todavía nos ofrece una forma de observación correcta y válida: es decir, aquella en la que, a pesar de la totalidad no dividida en movimiento fluyente, los distintos modelos que podemos abstraer de ella tienen una cierta autonomía y estabilidad, como prevé la ley universal del movimiento fluyente. Pero ahora somos muy conscientes de los límites que tienen esta autonomía y esta estabilidad.

Así, en contextos específicos, podemos adoptar otras formas diferentes de observación que nos permitan simplificar y tratar ciertas cosas, de momento, y para ciertos propósitos limitados, como si fueran autónomas y estables, e incluso como existentes separadamente. Con todo, no debemos caer en la trampa de considerarnos a nosotros mismos y al mundo entero de esta manera, pues nuestro pensamiento no necesita mucho para dejarse llevar por la ilusión de que, en realidad, el mundo real es de naturaleza fragmentaria, y, en consecuencia, surgirán las acciones fragmentarias, que esta ilusión ocultará a nuestra percepción.

El punto de vista que acabamos de discutir es similar, en ciertos aspectos clave, al que mantenían algunos de los antiguos griegos. Podemos encontrar este parecido al considerar la causalidad de Aristóteles. Éste distinguía cuatro clases de causa: Material. Eficiente. Formal. Final.

Un buen ejemplo de cómo debemos entender esta distinción lo tendremos si consideramos algo vivo, como un árbol o un animal. La causa material es, pues, precisamente la materia sobre la que operan todas las demás causas, y de la cual está constituida la cosa. En el caso de la planta,

la causa material es el suelo, el aire, el agua y la luz del sol, que constituyen su sustancia. La causa eficiente es cierta acción, externa a la cosa que se está considerando, que permite que todo el proceso se realice. Por ejemplo, en el caso de un árbol, la siembra de la semilla se puede considerar como causa eficiente.

En este contexto es crucial comprender lo que significa «causa formal». Desgraciadamente, en su connotación moderna, la palabra «formal» tiende a referirse a una forma externa con muy poco significado (por ejemplo, en «persona formal» o «una mera formalidad»). Sin embargo, en la antigua filosofía griega, la palabra *forma* significaba, en su primera acepción, una *actividad formativa* interna que es la causa del crecimiento de las cosas y del desarrollo y diferenciación de sus diversas formas esenciales. Por ejemplo, en el caso de un roble, a lo que alude el término «causa formal» es al conjunto de: movimiento interior de la savia, crecimiento de las células, articulación de las ramas, hojas, etcétera, que es característico de esta clase de árbol y diferente del que se da en otras clases de árboles. En lenguaje más moderno, esto se describiría mejor como *causa formativa*, para subrayar que lo que supone no es una mera forma impuesta desde fuera, sino más bien *un movimiento interno ordenado y estructurado que es esencial para que las cosas sean.*

Evidentemente, toda causa formativa debe tener un fin o producto implícito. De este modo, no es posible referirse al movimiento interior de la bellota que hace crecer un roble sin referirse también al roble que va a resultar de este movimiento. Luego las causas formativas implican siempre una causa final.

Naturalmente, también conocemos la causa final como *designio*, que la mente guarda conscientemente en el pensamiento (esta noción se hace extensiva a Dios, que se considera que creo el universo según un vasto designio). El designio es, sin embargo solamente un caso especial de causa final. Por ejemplo, los hombres se proponen a menudo ciertos fines en sus pensamientos, pero lo que en realidad surge de sus acciones es, por lo general algo diferente de lo que estaba en su designio, algo

que, sin embargo, estaba *implícito* en lo que estaban haciendo, sin percibirlo conscientemente.

Según el concepto antiguo de las cosas, la causa formativa era esencialmente de la misma naturaleza para la mente que para la vida y para el cosmos como un todo. Aristóteles consideraba el universo como un organismo singular en el que cada una de sus partes crecía y se desarrollaba en relación con el todo, en el cual tenía su propio lugar y función. Por lo que se refiere a la mente, podemos comprender esta noción utilizando términos más modernos si nos fijamos en el movimiento del flujo de la consciencia. Como señalamos antes, a primera vista se pueden discernir en este flujo diferentes modelos de pensamiento. Éstos se suceden unos a otros de un modo relativamente mecánico, según asociaciones determinadas por la costumbre y los condicionamientos. Es evidente que estos cambios asociativos son exteriores a la estructura interna de los pensamientos en cuestión, de modo que actúan como una serie de causas eficientes. Sin embargo, el ver la *razón* de algo no es una actividad mecánica. Más bien se da la consciencia de cada uno de los aspectos como asimilado en un todo único, con todas sus partes relacionadas entre sí (como lo están, por ejemplo, los órganos del cuerpo). Aquí hay que subrayar que el hecho de razonar es esencialmente una especie de percepción mental, similar en ciertos aspectos a la percepción artística, y no simplemente la repetición asociativa de razones que resultan ya conocidas. Por consiguiente, uno puede quedar perplejo ante una gran cantidad de factores como cosas que no encajan, hasta que súbitamente se produce la comprensión y se puede ver que todos aquellos factores están relacionados como aspectos de un todo (por ejemplo, la intuición de Newton acerca de la gravitación universal). No se puede hacer un análisis o descripción detallados de estas percepciones. Más bien deben considerarse como aspectos de la actividad *formativa* de la mente. Por lo tanto, el *producto* de su actividad es una estructura particular de conceptos, y estos productos existen porque están unidos por la serie de causas eficientes que operan en el pensamiento asociativo ordinario, y, como ya hemos señalado antes, según este concepto de las cosas se considera la actividad formativa como primaria, tanto en la naturaleza como en la mente, porque las formas producidas en la naturaleza también existen ya que están unidas por causas eficientes.

Resulta claro que la noción de causa formativa es importante para el concepto de totalidad no dividida en movimiento fluyente que hemos visto está involucrado en el desarrollo moderno de la física, notablemente en la teoría de la relatividad y en la teoría cuántica. Así, como ya hemos indicado, toda estructura relativamente autónoma y estable (por ejemplo, una partícula atómica) no debe considerarse como algo que existe de forma independiente ni permanente, sino más bien como un producto que se ha formado en la totalidad del movimiento fluyente y que finalmente volverá a disolverse en este movimiento. Cómo se forma y se mantiene, depende de su lugar y de su función en el todo. Así, vemos que ciertas secuencias en la física moderna suponen un concepto de la naturaleza, relativo a las causas formativa y final, que, en esencia, se parece a los modos de verla que eran comunes en tiempos antiguos.

Sin embargo, en la mayoría de los trabajos que se están realizando hoy en física, no se consideran las nociones de causa formativa y causa final con este significado original. Antes bien, todavía se considera la ley como un sistema autodeterminado de causas eficientes, que opera sobre un conjunto último de elementos materiales constitutivos del universo (por ejemplo, partículas elementales sujetas a fuerzas de interacción mutua). Estos elementos constituyentes no se consideran como formados en un proceso global y, por lo tanto, no se ven como algo parecido a órganos adaptados a su lugar y su función en el lodo (es decir, a los fines a los cuales

deberían servir en este todo). Más bien se tiende a concebirlos como elementos mecánicos de una naturaleza fija, que existen separadamente.

Así, la tendencia predominante en la física moderna está en contra de cualquier actitud abierta a una actividad formativa sobre la totalidad no dividida del movimiento fluyente. De hecho, se les está quitando importancia a los aspectos de la teoría de la relatividad y de la teoría cuántica que sugieren la necesidad de tal modo de ver las cosas, y, en realidad, pocas veces dan cuenta de ello la mayoría de los físicos, porque generalmente se considera que estos aspectos no son más que aspectos del cálculo matemático, y no indicios de la naturaleza real de las cosas. Cuando esto llega al lenguaje informal y al modo de pensar en física, que influye en la imaginación y provoca el sentimiento de lo que es real y sustancial, la mayoría de los físicos todavía hablan y piensan, con un absoluto convencimiento de que poseen la verdad, según el criterio tradicional atomístico de que el universo está constituido por partículas elementales que son los «ladrillos básicos» con lo que está hecho todo. En otras ciencias, como la biología, la fuerza de sus convicciones es todavía mayor, porque, entre los investigadores de estos campos, existe un leve conocimiento del carácter revolucionario del desarrollo de la física moderna. Por ejemplo, los biólogos moleculares modernos creen generalmente que, en última instancia, la totalidad de la vida y del pensamiento podrá comprenderse en términos más o menos mecánicos cuando se haga una especie de ampliación del trabajo que se ha realizado ya con la estructura y la función de las moléculas del ADN. Una tendencia similar ha comenzado ya a dominar la psicología. Así llegamos al estrambótico resultado de que, en el estudio de la vida y la mente, que son precisamente los campos en los que es más evidente para la experiencia y la observación que la causa formativa actúa en un movimiento fluyente no dividido ni fragmentado, se da ahora la creencia más amplia en el sistema fragmentario atomista de acercamiento a la realidad.

Desde luego, la tendencia predominante de la ciencia, la de pensar y percibir según una propia idea fragmentaria del mundo, forma parte de un movimiento más amplio que se ha ido desarrollando a lo largo de las épocas y que hoy abarca casi toda nuestra sociedad, pero, a su vez, esta manera de pensar y de observar en la investigación científica tiende a reforzar el concepto fragmentario en general, porque ofrece al hombre una representación del mundo entero no constituido por nada más que por un conjunto de «ladrillos atómicos» existentes por separado, y le proporciona la evidencia experimental que le lleva a concluir que esta idea del mundo es necesaria e inevitable. Así, la gente llega a sentir que esta fragmentación no es más que una expresión del «modo en que es realmente todo», y que cualquier otra cosa es imposible. Hay poca disposición para buscar evidencias de lo contrario. Como ya hemos apuntado, incluso cuando surge esta evidencia, como en la física moderna, la tendencia general es la de minimizar su significado, o incluso ignorarla por completo. En efecto, se puede llegar a decir que, en el actual estado de nuestra sociedad, y con el modo actual de enseñar la ciencia en general (que es una manifestación del estado de esta sociedad), se apoya y se transmite una especie de prejuicio favorable a una concepción fragmentaria del propio mundo. Algunos lo propagan explícita y conscientemente, pero la mayoría lo hace de una manera implícita e inconsciente.

De todos modos, como ya se ha señalado, los hombres, guiados por tal concepto fragmentario del mundo, con el paso del tiempo y según su modo de pensar en general, no pueden conseguir otra cosa con sus actos que romperse, a sí mismos y al mundo en pedazos. En primer lugar, ya que la fragmentación es un intento de extender el análisis del mundo en partes separadas más allá del campo en que sería adecuado hacerlo, se intenta, en efecto, dividir lo que es realmente indivisible. En segundo lugar, ese intento también nos lleva a tratar de unir aquello que no puede unirse. Esto lo podremos ver con mucha claridad en los agrupamientos de las gentes

en la sociedad (políticos, economistas, religiosos, etcétera). El mismo hecho de formar un grupo tal, tiende a crear un sentimiento de división y de separación de sus miembros con respecto al resto del mundo, pero, ya que estos miembros están realmente en conexión con el todo, esto no puede funcionar. Cada miembro tiene, de hecho, una conexión en cierto modo diferente y, más tarde o más temprano, esto se mostrará como una diferencia entre él y los demás miembros del grupo. Siempre que los hombres se separen a sí mismos del conjunto de la sociedad e intenten unirse por su identificación dentro de un grupo, está claro que el grupo llegará a desarrollar una disensión interna que le llevará a una ruptura de su unidad. Del mismo modo, cuando los hombres intentan separar algún aspecto de la naturaleza en su trabajo técnico práctico, se desarrolla un estado de contradicción y desunión similar. Lo mismo le ocurre al individuo cuando pretende separarse de la sociedad. Sólo puede surgir la verdadera unidad del individuo, y la del hombre con la naturaleza, al igual que entre hombre y hombre, mediante una forma de acción que no intente fragmentar el conjunto de la realidad.

Nuestra manera fragmentaria de pensar, observar y obrar tiene, evidentemente, implicaciones en todos los aspectos de la vida humana. Es decir, por una especie de ironía bastante interesante, la fragmentación parece ser lo único en nuestro sistema de vida que es universal, que funciona por todas partes sin fronteras ni límites. Ello sucede porque las raíces de la fragmentación son muy profundas y amplias. Como ya hemos dicho, intentamos dividir aquello que es único e indivisible, y esto supone que, en el paso siguiente, intentaremos hacer idéntico aquello que es diferente.

La fragmentación es, en esencia, una confusión acerca de la cuestión de la diferencia y la mismidad (o unidad), pero la percepción clara de estas categorías es necesaria en cada fase de la vida. *Estar confundido acerca de lo que es diferente y lo que no lo es, es estar confundido acerca de todo.* Así que no es accidental que nuestra forma fragmentaria de pensar nos esté llevando a un amplio conjunto de crisis: social, política, económica, ecológica, psicológica, etcétera, tanto en el individuo como en la sociedad considerada como un todo. Esta forma de pensar supone el inacabable desarrollo de un conflicto caótico e insensato, en el cual tienden a perderse las energías de todos en movimientos antagónicos o, si no, en malentendidos.

Es importante y, en verdad, de suma urgencia, aclarar esta profunda y extendida confusión que penetra en la totalidad de nuestras vidas. ¿Para qué sirven los intentos en la sociedad, en la política, en la economía o en cualquier otro campo, si la mente queda atrapada en un movimiento confuso en el que generalmente se está diferenciando lo que no es diferente y se está identificando aquello que no es idéntico? Tales acciones serán, en el mejor de los casos, inútiles y, en el peor, realmente destructoras.

Tampoco servirá de nada el imponer una especie de principio «holístico» integrador o unificador en nuestro propio concepto del mundo, porque, como ya indicamos antes, cualquier forma fija de concebir el propio mundo supone que ya no vamos a tratar nuestras teorías e intuiciones como maneras de mirar, sino más bien como «conocimiento absolutamente verdadero de las cosas tal como ellas realmente son». Es decir, tanto si queremos como si no, las distinciones que están presentes en cada teoría, incluso en una teoría «holística», se tratarán falsamente como divisiones, lo que supondrá la existencia separada de los términos que se han diferenciado (de modo que, asimismo, lo que no sea así diferenciado, recibirá un falso tratamiento como algo absolutamente idéntico).

Tenemos, pues, que estar preparados para dedicar una cuidadosa atención y la más seria consideración al hecho de que nuestras teorías no son «descripciones de la realidad tal como es», sino más bien formas de observar siempre cambiantes, que pueden señalar o apuntar a una realidad que sólo está implícita y que no se puede

escribir ni especificar en su totalidad. Así, esta necesidad de estar preparados nos sostendrá incluso ante lo que estamos diciendo en este capítulo, en el sentido de que no hay que considerarlo como «conocimiento absolutamente verdadero de la naturaleza de la fragmentación de la totalidad». Esto es también una *teoría* que nos ofrece un modo de ver esta cuestión. Le corresponde al lector constatar por sí mismo si el modo de ver es claro o no, y cuáles son los límites de su validez.

¿Qué es, pues, lo que cabe hacer para terminar con el estado de fragmentación predominante? A simple vista, esto parece ser una cuestión razonable, pero un examen más detenido le llevaría a uno a preguntarse si, en efecto, es una cuestión razonable; puede advertirse que esta pregunta plantea cuestiones que no están claras.

Por lo general, si alguien pregunta cómo se puede resolver, por ejemplo, un problema técnico, se supone que, cuando estamos comenzando sin conocer la solución, nuestros pensamientos, sin embargo, son lo suficientemente claros como para descubrirla o, al menos, para reconocer su descubrimiento por parte de otra persona. Pero si toda nuestra manera de pensar está impregnada de fragmentación, se supone que nosotros no somos capaces de ello, porque la percepción fragmentaria es por esencia, en su mayor parte, un hábito inconsciente de confusión entre lo que es diferente y lo que no lo es. Así, en el mismo acto en que intentamos descubrir qué hacer con la fragmentación, seguimos con este hábito y, por ello, tenderemos a seguir introduciendo más formas de fragmentación.

Esto no significa necesariamente que no haya ninguna salida, pero sí quiere decir que tenemos que hacer una pausa para no seguir con nuestra habitual manera fragmentaria de pensar cuando estemos buscando soluciones que están al alcance de la mano. La cuestión de la fragmentación y la totalidad es sutil y dificultosa, más sutil y dificultosa que las que nos llevan a nuevos descubrimientos fundamentales en la ciencia. Preguntarnos cómo terminar con la fragmentación y esperar la respuesta en pocos minutos tiene menos sentido incluso que preguntarnos cómo desarrollar una teoría tan nueva como lo fue la de Einstein cuando estaba trabajando en ella, y esperar que nos expliquen lo que hay que hacer según un programa expresado en términos de fórmulas o recetas.

Uno de los puntos más difíciles y sutiles en esta cuestión es precisamente el clarificar qué es lo que significa la relación entre el contenido del pensamiento y el proceso de pensar que produce este contenido. Ciertamente es una fuente mayor de fragmentación la idea generalmente aceptada de que el proceso del pensamiento es lo suficientemente independiente de su contenido como para permitirnos un pensamiento claro, ordenado y racional que pueda juzgar con propiedad si este contenido es correcto o incorrecto, racional o irracional, fragmentario o completo, etcétera. En realidad, como se ha visto, la fragmentación involucrada en una visión del mundo no está sólo en el contenido del pensamiento, sino en la actividad general de quien está «desarrollando el pensamiento» y, por eso, está tanto en el proceso de pensar como en su contenido. Ciertamente, contenido y proceso no son dos cosas separadas, sino que más bien son dos aspectos o visiones de un movimiento total. Por eso se debe terminar con el contenido y con el proceso fragmentario *a la vez.*

De lo que tenemos que ocuparnos aquí es de la mismidad del proceso de pensar y su contenido, similar en aspectos clave a la mismidad del observador y el observado que se ha discutido al tratar de la teoría de la relatividad y la teoría cuántica. No podemos enfrentarnos con cuestiones de esta naturaleza mientras estemos atrapados, consciente o inconscientemente, en un modo de pensar que intenta analizarse a sí mismo según una presunta separación entre el proceso de pensar y el contenido del pensamiento que es su producto. El aceptar esta premisa nos llevaría, en el paso siguiente, a buscar alguna actuación fantástica por medio de causas eficientes que terminara con la fragmentación del contenido, mientras dejábamos intacta la fragmentación del verdadero proceso de pensar. Lo que necesitamos de un modo u

otro es algo que ponga al alcance de nuestra mano la *causa formativa* de la fragmentación de la totalidad, en la cual se verán juntos, en su plenitud, el contenido y el proceso real.

Aquí podemos considerar la imagen de una multitud turbulenta de remolinos en una corriente. La estructura y distribución de los remolinos, que, en cierto modo, constituye la descripción del movimiento, no está separada de la actividad formativa de la corriente que fluye, la cual crea, mantiene y, finalmente, deshace cada uno de los remolinos de la estructura. Así, eliminar los remolinos sin cambiar la actividad formativa de la corriente sería algo absurdo. Cuando nuestra percepción haya sido guiada por el modo de observar adecuado hacia el significado del movimiento total, no estaremos dispuestos a intentar un propósito tan inútil. Será mejor que consideremos la situación en su conjunto y estemos atentos para aprender de ella y, así, descubrir verdaderamente lo que será una acción adecuada, significativa para este todo, mediante la que se consiga terminar con la estructura turbulenta de los remolinos. De modo parecido, cuando seamos verdaderamente conscientes de que es real la identidad del proceso de pensamiento que estamos llevando a cabo con el contenido del pensamiento que es el producto de este proceso, podremos terminar con la «turbulencia» que es la esencia de la fragmentación en cualquier fase de la vida.

Naturalmente, este aprendizaje y descubrimiento requerirá mucha y cuidadosa atención y un duro trabajo. Estamos dispuestos a emplear esta atención y este trabajo en variados campos: científico, económico, social, político, etcétera. Sin embargo, hasta ahora poco o nada se ha adelantado en la creación de un modo de considerar el proceso del pensamiento, a pesar de la evidencia de que de ello depende el valor de todo lo demás. Lo más necesario es que nos vayamos dando cada vez más cuenta del gran peligro que significa seguir con un proceso fragmentario de pensamiento. Esta consciencia le dará a la investigación de cómo actúa en realidad el pensamiento, el sentido de urgencia y la energía que le van a hacer falta para enfrentarse con la verdadera magnitud de las dificultades con las que la fragmentación se nos está oponiendo.

Apéndice: Resumen de una discusión entre las formas occidental y oriental de contemplar la totalidad

En las fases más primitivas del desarrollo de la civilización los conceptos del hombre eran esencialmente más de totalidad que de fragmentación. En Oriente (especialmente en la India) estos conceptos todavía sobreviven en el sentido de que, tanto la filosofía como la religión, ponen de relieve el concepto de totalidad y presuponen la futilidad de analizar el mundo en partes. ¿Por qué, pues, no abandonamos nuestra manera de ver fragmentaria occidental y adoptamos estas nociones orientales que, no solamente incluyen un concepto del mundo que niega la división y fragmentación, sino que también cuentan con técnicas de meditación que llevan todo el proceso operativo, de un modo no verbal, hacia el estado tranquilo de flujo ordenado y suave que necesitamos para terminar con la fragmentación, tanto en el proceso real de pensamiento como en su contenido?

Para responder a esta pregunta, empecemos por conocer la diferencia entre las ideas de medida occidentales y las orientales. En Occidente, y desde tiempos muy antiguos, la noción de medida ha desempeñado un papel decisivo para determinar el propio concepto del mundo y el modo de vivir que supone tal concepto. Así, entre los antiguos griegos, de quienes procede, por mediación de los romanos, una gran parte de nuestras nociones fundamentales, el mantenerlo todo dentro de su correcta medida se consideraba como una de las causas esenciales de una buena vida (por ejemplo, las tragedias griegas representaban generalmente a hombres que sufrían por haber ido más allá de la naturaleza propia de las cosas). A propósito de esto, la medida no se consideraba en un sentido moderno, primario, como una especie de comparación de un objeto con un patrón externo, o unidad; este último procedimiento se consideraba más bien como una forma de exteriorizar una «medida interna» más profunda, que tenía un papel esencial en todas las cosas. Cuando algo iba más allá de su propia medida, esto no quería decir solamente que no estaba de acuerdo con un patrón exterior de lo que era correcto, sino, más aún, que era interiormente inarmónico, por lo que estaba destinado a perder su integridad y descomponerse en fragmentos. Podemos asomarnos un poco a este modo de pensar cuando consideramos los significados primitivos de ciertas palabras. Así, la palabra latina *mederi*, que significaba «curar» (raíz de la moderna «medicina»), se basa en una raíz que significa «medir». Esto refleja el concepto de que se consideraba la salud física como el resultado de un estado de orden y medida interiores en todas las partes y procesos del cuerpo. También la palabra «moderación», que describe una de las más importantes nociones antiguas de virtud, tiene la misma raíz, y muestra que se consideraba esta virtud como el resultado de una medida interna subyacente a las acciones sociales y al comportamiento del hombre. La palabra «meditación», que también tiene la misma raíz, supone una especie de ponderación (pesaje) o medida de todo el proceso del pensar, que llevará las actividades internas de la mente a un estado de armoniosa medida. Así, física, social y mentalmente, la consciencia de la medida interna de las cosas fue considerada como la clave esencial de una vida saludable, feliz y armoniosa.

Está claro que la medida se expresa con más detalle por medio de la proporción o ratio; y *ratio* es la palabra latina de la cual ha derivado nuestra moderna «razón». Según el concepto antiguo, la razón se ve como la observación de una totalidad de «ratio» o proporción que se puede aplicar interiormente a la verdadera naturaleza de las cosas (y no sólo exteriormente, como una forma de comparación con un patrón o unidad). Desde luego, esta ratio no es necesariamente una mera proporción numérica (aunque, naturalmente, también la incluya), sino que más bien es, en general, una especie de proporción o relación universal cualitativa. Así, cuando Newton percibió

el concepto de la gravitación universal, lo que vio podría escribirse así: «Igual que cae la manzana, así cae la luna y, ciertamente, así lo hacen todas las cosas». Para mostrar la forma de ratio más explícitamente, se puede escribir:

A:B::C:D::E:F

en donde *A* y *B* representan posiciones sucesivas de la manzana en momentos sucesivos de tiempo, *C* y *D* las de la luna, y *E y F* las de cualquier otro objeto.

Dondequiera que encontremos una razón teórica para algo, estaremos poniendo un ejemplo de esta noción de ratio, en el sentido de que esta razón supone que, del mismo modo que los diferentes aspectos están relacionados en nuestra idea, así estarán relacionados en la cosa a la que se refiere la idea. La razón esencial o ratio de una cosa es, pues, la totalidad de las proporciones internas en su estructura y en el proceso en el cual se forma, se mantiene y, finalmente, se disuelve. En este aspecto, comprender esta ratio es comprender el «ser más íntimo» de esta cosa.

Esto supone que la medida es una forma de penetrar en la esencia de todas las cosas, y que la percepción del hombre, al seguir los caminos que le señala, será clara y, por consiguiente, producirá una acción generalmente ordenada y una vida armoniosa. A este propósito será conveniente recordar las nociones de medida de los antiguos griegos en la música y en las artes visuales. Estas nociones subrayan que el contar con la medida fue la clave para comprender la armonía en la música (por ejemplo, la medida como ritmo, la proporción adecuada en la intensidad del sonido, la proporción adecuada en la tonalidad, etcétera). Del mismo modo, en las artes visuales se consideraba la medida adecuada como esencial para la armonía del conjunto y la belleza (por ejemplo, considérese el «segmento áureo»). Todo esto indica lo lejos que llegó a ir esta noción de medida, mucho más allá de la comparación con un patrón externo, hasta llegar a una especie de razón interna, o proporción, percibida tanto por los sentidos como por la mente.

Claro está que, según fue transcurriendo el tiempo, esta noción de medida fue cambiando gradualmente, perdió su sutileza y se fue haciendo relativamente grosera y mecánica. Probablemente esto sucedió porque la noción que el hombre tenía de la medida fue haciéndose cada vez más rutinaria y habitual, tanto en su manifestación exterior, en medidas que se referían a una unidad externa, como en su significado interior, como proporción universal relacionada con la salud física, el orden social y la armonía mental. Los hombres comenzaron a aprender mecánicamente estas nociones de medida, conformándose con las enseñanzas de sus mayores o sus maestros, y no creativamente, mediante un sentimiento interno y una comprensión del significado más profundo de la ratio o proporción que estaban aprendiendo. Así, la medida llegó gradualmente a enseñarse como una especie de regla que debía ser impuesta desde fuera al ser humano, quien, a su vez, imponía la correspondiente medida, física, social y mentalmente, a cualquier contexto en el cual estuviera trabajando. Como resultado de ello, las ideas predominantes acerca de la medida ya no fueron en lo sucesivo que consistiesen en formas de observar. Antes bien aparecieron como «verdades absolutas acerca de la realidad tal como es» que los hombres parecían haber conocido siempre y cuyo origen se explicó a menudo como mandatos obligatorios de los dioses que sería tan peligroso como perverso discutir. Así, el pensamiento acerca de la medida tendió a caer principalmente en los dominios de los hábitos inconscientes y el resultado de esto fue que las formas inducidas en la percepción por este pensamiento se consideraron como realidades objetivas observadas directamente, independientes en lo esencial del modo en que se pensaran.

Incluso en la época de los antiguos griegos, este proceso ya había andado un largo camino y, cuando los hombres se dieron cuenta, comenzaron a cuestionarse su noción de la medida. Así, Protágoras dijo: «El hombre es la medida de todas las cosas», destacando que la medida no es una realidad exterior al hombre ni existe

independientemente de él. Pero muchos de los que ya tenían el hábito de considerarlo todo superficialmente aplicaron también esta manera de pensar a lo que había dicho Protágoras. Así, sacaron la consecuencia de que la medida era algo arbitrario y sujeto a la elección caprichosa o al gusto de cada individuo. Naturalmente, así pasaron por alto el hecho de que la medida es una forma de observar que tiene que adecuarse al conjunto de la realidad en la cual se vive, como lo demuestran la claridad de percepción y la armonía de la acción a las que conduce. Esta forma de observar sólo puede surgir correctamente cuando un hombre trabaja con seriedad y honradez, colocando la verdad y la realidad primero, antes que sus propios caprichos o deseos.

Este concepto de medida fue haciéndose cada vez más rígido y reducido a un simple objeto hasta que, en la actualidad, la palabra «medida» ha llegado a significar principalmente el proceso de comparación de algo con un patrón exterior a él, mientras que su significado original, que sobrevive todavía en algunos contextos (por ejemplo, en el arte y en las matemáticas), por lo general ha pasado a tener un significado secundario.

En Oriente, la noción de medida no ha jugado un papel tan fundamental. En la filosofía allí predominante, es más bien lo inmensurable (es decir, lo que no puede ser nombrado, descrito ni comprendido por razón alguna) lo que se considera la realidad primaria. Así, en sánscrito (que tiene el mismo origen que las lenguas indoeuropeas) existe una palabra, *matra*, que significa «medida» en sentido musical, que está próxima a la griega *metron*. Pero además hay otra palabra, *maya*, de la misma raíz, que significa «ilusión». Esto tiene un significado extraordinario. Mientras para la sociedad occidental, tal como procede de los griegos, la medida, con todo lo que esta palabra supone, es la verdadera esencia de la realidad, o al menos la clave de su esencia, en Oriente se considera comúnmente como algo falso y engañoso. Según este criterio, toda la estructura y el orden de las formas, proporciones y «ratios» que se le presentan a la percepción ordinaria y a la razón, se ven como una especie de velo que cubre la verdadera realidad, la cual no pueden percibir los sentidos y de la cual no se puede decir ni pensar nada.

Es patente que los diferentes estilos de vida que han desarrollado ambas sociedades están de acuerdo con sus diferentes actitudes hacia la medida. Así, en Occidente, la sociedad ha dado más importancia al desarrollo de la ciencia y de la tecnología (que dependen de la medida) mientras que en Oriente la mayor importancia se le ha dado a la religión y la filosofía (que se refieren, en último extremo, a lo inmensurable).

Si uno considera esta cuestión cuidadosamente, verá que, en cierto sentido, Oriente tenía razón al ver lo inmensurable como primera realidad. Porque, como ya se ha indicado, la medida es un modo de observar creado por el hombre. Una realidad que esté más allá del hombre y que sea anterior a él no puede depender de tal modo de observar. Es cierto que el intento de suponer que la medida existe antes que el hombre y es independiente de él nos llevaría, como ya hemos visto, a la «objetualización» de los conceptos humanos, con lo que éstos se harían rígidos e inmutables, lo cual podría acarrear la fragmentación y la confusión general, como hemos descrito en este capítulo.

Cabría suponer que tal vez los hombres, que en los tiempos antiguos fueron suficientemente sabios como para ver que lo inmensurable es la primera realidad, lo fueran también para ver que la medida es un modo de considerar un aspecto secundario y dependiente, pero en ningún modo necesario de la realidad. Así, podían haber estado de acuerdo con los griegos en que el concepto de medida puede ayudarnos a conseguir orden y armonía en nuestras vidas y, al mismo tiempo, considerándolo tal vez más profundamente, que esto no es lo más fundamental a este respecto.

Lo que ellos habrían dicho además es que, cuando la medida se identifica con la verdadera esencia de la realidad, *esto* es una ilusión. Pero después, cuando los hombres aprendieron estas cosas según lo que les enseñaba la tradición, su significado se hizo más rutinario y mecánico. Como ya se ha indicado, se perdió la sutileza y los hombres comenzaron a decir: «la medida es una ilusión». Así que, tanto en Oriente como en Occidente, el verdadero concepto llegó a convertirse en algo falso y engañoso, al aprenderlo mecánicamente, conformándose con las enseñanzas que se daban, en vez de aprovechar la capacidad creativa y original de los conceptos implícitos en ellas.

Desde luego, es imposible retroceder para recuperar el concepto de la totalidad que se tenía antes de que se desarrollara la escisión entre Oriente y Occidente (aunque sólo fuera por lo poco que sabemos de este concepto, si es que sabemos algo). Lo que necesitamos es aprender otra vez, observar, y descubrir por nosotros mismos cuál es el significado de la totalidad. Debemos, naturalmente, conocerlas enseñanzas del pasado, tanto de Oriente como de Occidente, pero copiar estas enseñanzas o conformarnos con ellas serviría de muy poco. Porque, como ya hemos dicho en este capítulo, desarrollar un nuevo concepto de la fragmentación y la totalidad requiere un trabajo creativo más difícil incluso que el que haría falta para hacer descubrimientos nuevos en la ciencia u obras de arte grandes y originales. A propósito de esto podríamos decir que alguien que fuera parecido a Einstein en creatividad, no sería alguien que imitara sus ideas, ni tampoco que aplicara estas ideas en otros campos, sino más bien el que aprendiera de Einstein y siguiera luego adelante para hacer algo original, que pudiera asimilar lo que fuera válido del trabajo de Einstein y que prosiguiera, más allá de la obra de éste, por caminos cualitativamente nuevos. Del mismo modo, lo que tenemos que hacer con la gran sabiduría del pasado acerca de la totalidad, tanto la de Oriente como la de Occidente, es asimilarla y seguir adelante, hacia una percepción nueva y original aplicable a la condición actual de nuestra vida.

Al hacerlo, es importante que conozcamos las técnicas que se utilizan en las diferentes formas de meditación. En cierto modo podemos considerar las técnicas de meditación como medidas (acciones ordenadas por el conocimiento y la razón) que toma el hombre para alcanzar lo inmensurable, es decir, un estado de la mente en el que deja de sentir la separación entre él mismo y la realidad total. Pero hay una contradicción clara en esta noción, porque lo inmensurable, si es que es algo, es precisamente aquello que no puede traerse a los límites del conocimiento y la razón humanos.

Lo que es seguro es que, bien entendidas y en ciertos conceptos específicos, las medidas técnicas nos llevarán a hacer cosas de las que podremos obtener la percepción si estamos vigilantes. De todos modos, estas posibilidades son limitadas. Por eso sería contradictorio pensar en formular técnicas para conseguir nuevos descubrimientos en la ciencia u obras de arte originales y creativas, porque la verdadera esencia de esta acción es una cierta liberación de la dependencia de los demás, los que se necesitarían como guías. ¿Cómo podría transmitirse esta libertad a una actividad en la que estar conforme con el conocimiento de algún otro es la principal fuente de energía? Y, si las técnicas no pueden enseñar originalidad y creatividad en arte y ciencia, ¿cuánto menos nos podrán servir para «descubrir lo inmensurable»?

En realidad no se puede hacer nada directo y positivo para entrar en contacto con lo inmensurable, ya que debe estar inmensamente más allá de cualquier cosa que el hombre pueda captar con su mente o realizar con sus manos o sus instrumentos. Lo que el hombre *puede* hacer es dedicar toda su atención y sus energías creativas a introducir claridad y orden en la totalidad del campo de la medida. Esto, desde luego, no solamente supone el despliegue hacia afuera de la medida, con sus

unidades externas, sino también la medida interna, como la salud del cuerpo, la moderación en la acción y la meditación, que nos ofrece una percepción de la medida del pensamiento. Esta última es de particular importancia, porque, como se ha visto, la ilusión de que el yo y el mundo están rotos en pedazos la origina el pensamiento al rebasar su propia medida y confundir su propio producto con una realidad independiente. Para terminar con esta ilusión hace falta, no sólo observar el mundo como un todo, sino observar también cómo funciona el instrumento que es el pensamiento. Esta observación supone un acto de percepción, original y creativa, de todos los aspectos de la vida, tanto mental como física, por medio de los sentidos y por medio de la mente, y éste es, tal vez, el verdadero significado de la meditación.

Como hemos visto, la fragmentación se origina al fijar los conceptos que forman nuestra visión general del mundo, y la produce nuestra manera de pensar, generalmente mecánica, rutinaria y habitual, sobre estas materias. Puesto que la realidad primaria va más allá de todo lo que puede quedar contenido en estas formas fijas de medida, estos conceptos pueden dejar de ser adecuados, y esto causará diferentes formas de oscuridad y confusión. Sin embargo, cuando el campo entero de la medida se encuentra abierto a una visión original y creativa, sin límites fijos ni barrera alguna, nuestra visión global del mundo deja de ser rígida, y el campo entero de la medida se armoniza, desapareciendo su fragmentación interna. Pero una intuición original y creativa sobre el campo entero de la medida *es* la acción de lo inmensurable. Porque, cuando se produce tal intuición, su fuente no puede estar conteniendo ya ideas en el campo de la medida, sino que tiene que mantenerse en lo inmensurable, que es lo que contiene la causa esencial formativa de todo lo que ocurre en este campo. Lo mensurable y lo inmensurable están, pues, en armonía y uno ve, ciertamente, que no son más que maneras diferentes de considerar el todo único y no dividido.

Cuando prevalece tal armonía, no sólo se puede tener una intuición del significado de la totalidad, sino que, lo que es mucho más trascendente, puede uno darse cuenta de la verdad de este concepto en todas las fases y aspectos de su vida.

Como ha subrayado Krishnamurti[1] con gran fuerza y claridad, esto requiere que el hombre aporte todas sus energías creativas a la investigación en todo el campo de la medida. Tal vez sea muy difícil y arduo hacerlo, pero, puesto que todo gira alrededor de esto, merece con seguridad la más seria atención y la máxima consideración de cada uno de nosotros.

2. EL REOMODO, UN EXPERIMENTO CON EL LENGUAJE Y EL PENSAMIENTO

1. *Introducción*

En el capítulo anterior señalamos que nuestro pensamiento está principalmente fragmentado porque lo hemos considerado una imagen o modelo de «lo que es el mundo». Así, las divisiones del pensamiento adquieren una importancia desproporcionada, como si fueran una estructura general y omnipresente de rupturas reales de «lo que es», más que simples elementos de descripción y análisis que se usan por conveniencia. También, el pensamiento aparece como productor de una total confusión que tiende a penetrar todos los aspectos de la vida y que, finalmente, hace imposible la solución de los problemas, tanto individuales como sociales. Vimos la necesidad urgente de terminar con tal confusión, prestando atención al hecho de que el contenido del pensamiento y el proceso real de pensar que produce este contenido son una misma cosa.

En este capítulo investigaremos el papel de la estructura del lenguaje en la fragmentación del pensamiento. Aunque el lenguaje es solamente *uno* de los factores importantes de esta tendencia, es clara su importancia decisiva en el pensamiento, la comunicación y la organización de la sociedad humana en general.

Es verdad que podemos observar simplemente el lenguaje tal como es, y como ha sido, en diferentes grupos sociales y períodos de la historia, pero lo que haremos en este capítulo es *experimentar* con cambios en la estructura del lenguaje común. En este experimento, nuestro objetivo no va a ser el de presentar una alternativa bien definida a las estructuras lingüísticas actuales. Más bien se va a ver qué le ocurre a la función del lenguaje cuando la cambiamos, y esto tal vez nos dé una idea acerca de cómo contribuye el lenguaje a la fragmentación general. Ciertamente, una de las mejores maneras de darse cuenta de hasta dónde puede estar uno condicionado por la costumbre (como lo es, en gran manera, el uso común del lenguaje), es la de fijarse, cuidadosa y constantemente, en la reacción que experimenta cuando «pasa el test» de hacer algo significativamente diferente de lo que acostumbraba a hacer de forma automática. Así, el punto principal que se discute en este capítulo es el de dar un paso en lo que podría ser un experimento sin fin con el lenguaje (y con el pensamiento). Es decir, estamos sugiriendo que este experimento debe considerarse como una actividad normal del individuo y de la sociedad (como se hizo en los últimos siglos al experimentar con la naturaleza y con el hombre mismo). Así, el lenguaje (juntamente con el pensamiento que supone) se verá como un campo particular de funciones entre todos los demás, y dejará de ser, de hecho, el único campo ajeno a la investigación experimental.

2. Una investigación sobre el lenguaje

En las investigaciones científicas, un paso decisivo consiste en hacer la pregunta adecuada. Cada pregunta contiene supuestos ampliamente implícitos. Si estos supuestos son erróneos o están confusos, la pregunta misma estará equivocada, en el sentido de que buscarle una respuesta no tendrá significado alguno. Hay, pues, que *investigar acerca de lo apropiado de la pregunta.* En efecto, descubrimientos auténticamente originales en la ciencia y en otros campos acostumbran a estar relacionados con investigaciones sobre cuestiones antiguas que se ha demostrado que no estaban formuladas de forma apropiada, y esto ha permitido extenderse a nuevas cuestiones. A menudo, hacer esto es muy difícil, porque estos supuestos se esconden muy profundamente en la estructura de nuestro pensamiento. (Por ejemplo, Einstein vio que las cuestiones que trataban del espacio, del tiempo y de la

naturaleza de la materia formada por partículas, como aceptaban comúnmente los físicos de su tiempo, implicaban supuestos confusos que había que abandonar, y el hacerlo así le permitió plantearse cuestiones nuevas que le llevaron a conceptos radicalmente diferentes sobre el tema.)

¿Cuál será, pues, nuestra pregunta cuando nos sumerjamos en esta investigación sobre nuestro lenguaje (y pensamiento)? Comenzaremos por el hecho de la fragmentación en general. Para empezar, podemos preguntarnos si hay algunos elementos del lenguaje común que apoyen y extiendan esta fragmentación, tal vez tanto como la reflejan. Un somero examen nos muestra que la estructura sujeto-verbo-objeto de las frases, común en la gramática y en la sintaxis de las lenguas modernas, es uno de estos elementos, y muy importante. Esta estructura supone que toda acción surge en una entidad separada: el sujeto, y que, en los casos descritos por un verbo transitivo, esta acción cruza el espacio entre él y otra entidad separada: el objeto. (Si el verbo es intransitivo, como en «él crece», el sujeto sigue considerándose como una entidad separada, pero se considera que la actividad es, o bien una propiedad del sujeto, o bien una acción reflexiva del sujeto, es decir, «él crece» puede considerarse como «él se crece a sí mismo».)

Ésta es una estructura omnipresente en la vida entera, que la lleva a una función del pensamiento que divide las cosas en entidades separadas, y que concibe estas entidades como fijas en su esencia y estáticas en su naturaleza. Cuando este modo de ver se lleva al límite, se llega al concepto científico predominante acerca del mundo, en el que todo se ve constituido en último extremo por un conjunto de partículas básicas de naturaleza fija.

La estructura sujeto-verbo-objeto del lenguaje, junto con su correspondiente manera de ver el mundo, tiende a imponerse poderosamente en nuestro propio discurso, incluso en aquellos casos en los que, si nos fijáramos un poco, veríamos que es evidentemente inapropiada. Por ejemplo, consideremos la frase «se está haciendo oscuro». ¿Dónde está el «se» que, de acuerdo con la frase, es «el oscurecedor que está haciendo la oscuridad»? Está claro que será más preciso decir: «la oscuridad está viniendo». De un modo parecido, acostumbramos a decir: «una partícula elemental actúa sobre otra», pero, como hemos indicado en el capítulo anterior, cada partícula es sólo una abstracción de una forma de movimiento relativamente invariable en el campo de la totalidad del universo. Así que sería más apropiado decir: «las partículas elementales están haciendo movimientos que son mutuamente dependientes, porque, en el fondo, se mezclan e interpenetran». Esto sucede también a escala mayor. Así, en vez de decir: «un observador mira un objeto», podemos decir con más propiedad: «se está produciendo una observación dentro de un movimiento no dividido que incluye esas abstracciones que solemos llamar "el ser humano" y "el objeto que él está observando"».

Estas consideraciones acerca de las implicaciones de la estructura de la frase sobre la totalidad nos sugieren otra cuestión. ¿No sería posible cambiar la sintaxis y la forma gramatical del lenguaje para que le dieran el papel principal al verbo en lugar del nombre? Esto ayudaría a terminar con la fragmentación señalada anteriormente, pues el verbo describe acciones y movimientos que fluyen unos dentro de otros y se mezclan, sin separaciones tajantes ni rupturas. Por otra parte, como los movimientos por lo general están cambiando siempre, no tienen en ellos un modelo o forma fija con los que pudieran identificarse cosas existentes por separado. Es evidente que, una tal aproximación al lenguaje se ajustaría más a la visión general del mundo que se discutió en el capítulo anterior, en la cual se considera el movimiento como una noción primera, mientras que las cosas, aparentemente estáticas y existentes por separado, se ven como estados relativamente invariantes de un movimiento continuo (como ejemplo, recuérdese el caso del remolino).

Ahora bien, en algunos idiomas antiguos (por ejemplo, el hebreo), el verbo se considera, en efecto, como primario en el Mentido apuntado antes. Así, la raíz de casi todas las palabras hebreas es una cierta forma verbal, mientras que los adverbios, adjetivos y nombres se obtenían modificando la forma verbal con prefijos, sufijos y de otros modos. Sin embargo, el uso actual del hebreo moderno es similar al de nuestra lengua, en la que el nombre y su significado tienen de hecho un papel principal, incluso a pesar de que toda su gramática formal todavía esté construida desde el verbo como raíz.

Desde luego, aquí hemos de intentar trabajar con una estructura en la que el verbo tiene una función primaria, y tomarnos este requisito en serio. Es decir, no vale la pena que le demos al verbo una importancia formalmente primaria si seguimos pensando que lo básico es un conjunto de objetos separados e identificables. Decir una cosa y hacer otra de este modo, es una forma de confusión que, evidentemente, se añadirá a la fragmentación general en vez de ayudarnos a terminar con ella.

Comoquiera que sea, está claro que no se puede inventar de pronto todo un lenguaje nuevo que suponga una estructura del pensamiento radicalmente distinta. Lo que podemos hacer es, provisional y experimentalmente, introducir un *nuevo modo* en nuestro lenguaje. Ya tenemos diferentes modos en el verbo, como, por ejemplo, el indicativo, el subjuntivo y el imperativo, y hemos desarrollado habilidad en el uso del lenguaje para emplear cada uno de estos modos cuando lo necesitamos, sin que nos haga falta elegirlos conscientemente. De un modo parecido consideraremos ahora un modo en el que el movimiento se considera primario en nuestro pensamiento, y en el que esta noción se incorpora a la estructura del lenguaje para que sea el verbo, antes que el nombre, el que juegue el papel principal. Cuando uno desarrolla un modo así, y trabaja un rato con él, puede adquirir la habilidad necesaria para usarlo, y lo empleará cuando lo precise, sin que necesite elegirlo conscientemente.

Por comodidad, le daremos un nombre a este modo, es decir, el *reomodo (rheo* es la raíz de un verbo griego que significa «fluir»). Por lo menos, en primer lugar, el reomodo será un experimento en el uso del lenguaje que servirá principalmente para averiguar si es posible crear una estructura nueva que no tienda hacia la fragmentación como la que ahora tenemos. Así, nuestra investigación comenzará, evidentemente, tanto por poner de manifiesto el papel del lenguaje en la formación de nuestros conceptos generales acerca del mundo, como para expresarlos más precisamente en forma de ideas filosóficas generales. Tal y como se ha sugerido en el capítulo anterior, estos conceptos del mundo y sus expresiones generales (que contienen conclusiones tácitas acerca de todo, incluyendo naturaleza, sociedad, nosotros mismos, nuestro lenguaje, etcétera) tienen ahora un papel clave para originar y mantener la fragmentación en todos los aspectos de la vida. Empezaremos por usar el reomodo, principalmente de manera experimental. Como ya dijimos, hacer esto supone dedicar una cuidadosa atención a cómo trabajan el pensamiento y el lenguaje, lo cual va más allá de una mera consideración de su contenido.

En esta investigación, el reomodo se aplicará principalmente a ciertas cuestiones, relacionadas con las amplias y profundas implicaciones de nuestros conceptos generales acerca del mundo, que están apareciendo profusamente en el estudio de la filosofía, la psicología, el arte, la ciencia y las matemáticas, pero especialmente en el estudio del pensamiento y del lenguaje mismos. Naturalmente, estas cuestiones también pueden discutirse con la estructura de nuestro lenguaje actual. Sin embargo, aunque esta estructura está ciertamente dominada por la estructura divisiva de sujeto-verbo-objeto, contiene también una rica y compleja variedad de otras formas que se usan ampliamente de un modo *tácito* y por *implicación* (especialmente en poesía, pero más generalmente en todos los modos de expresión artística). No obstante, la forma dominante de sujeto-verbo-objeto tiende continuamente a

llevarnos a la fragmentación, y es evidente que nuestro intento de evitarla con el uso hábil de otros elementos del lenguaje funcionará sólo de un modo limitado, porque, por la fuerza de la costumbre, caeremos sin darnos

Cuenta, más pronto o más tarde, y especialmente en las cuestionen generales que se refieren a nuestro concepto global del mundo, en el funcionamiento fragmentario implicado en esta estructura básica. La razón para ello no es sólo que la forma sujeto-verbo-objeto del lenguaje está suponiendo continuamente una división inapropiada entre las cosas, sino más aún, que los modos ordinarios del lenguaje tienden constantemente a dar por sentada su propia función y, así, hacen que nos concentremos casi exclusivamente en el contenido del cual tratan, con lo cual no queda ninguna, o muy poca, atención para la verdadera función simbólica del lenguaje mismo. Sin embargo, como hemos señalado antes, es aquí donde se origina la tendencia primaria a la fragmentación. Puesto que tanto el modo ordinario de pensar como el lenguaje no llaman debidamente la atención sobre su propia función, esta última parece surgir en una realidad independiente de ambos, de manera que las divisiones propias de la estructura del lenguaje se proyectan sobre ella como si fueran fragmentos correspondientes a rupturas reales en «lo que es».

Sin embargo, esta percepción fragmentaria puede producir la impresión ilusoria de que se le está prestando una atención adecuada a la función del pensamiento y del lenguaje, y llevarnos así a la falsa conclusión de que en realidad no existe esta dificultad descrita anteriormente. Puede uno suponer, por ejemplo, que, si la función del mundo de la naturaleza se estudia en la física, la de la sociedad en la sociología y la de la mente en la psicología, la función del lenguaje se estudiará en la lingüística. Naturalmente, este concepto sólo es apropiado en todos aquellos campos que en realidad están claramente separados y que están cambiando su naturaleza tan constante como lentamente, de modo que los resultados que se obtienen en cada especialidad resultarán adecuados en todas las situaciones y en todas las ocasiones en que puedan aplicarse. Pero lo que hemos estado señalando es que, en cuestiones de tan amplio y profundo alcance, esta separación no es la apropiada y que, en cualquier caso, lo decisivo es prestar atención, momento a momento, al verdadero lenguaje (y pensamiento) que se está usando, tanto en la investigación sobre la función del lenguaje mismo como en cualquier otra investigación que uno pueda emprender. Porque no sería adecuado aislar el lenguaje como un campo particular de la investigación, ni considerarlo como algo relativamente estático, que sólo cambia lentamente (o nada en absoluto) cuando uno entra en él.

Está claro pues, que, al desarrollar el reomodo, debemos ser muy conscientes de que un lenguaje adecuado requiere llamar la atención sobre su propia función en el mismo momento en que está actuando. Así, no sólo podremos pensar de un modo más coherente sobre las amplias cuestiones que conciernen a nuestro concepto general del mundo, sino que también comprenderemos mejor cómo funciona el modo ordinario del lenguaje, usándolo, incluso en este modo ordinario, de forma más coherente.

3. La forma del reomodo

Ahora vamos a investigar con mayor detalle lo que podría ser una forma adecuada de expresión para el reomodo.

Como primer paso en esta investigación, debemos preguntarnos si la rica y compleja estructura informal del lenguaje comúnmente utilizado no contiene, aunque sólo sea de una forma rudimentaria o germinal, algún elemento que satisfaga la necesidad antes señalada de llamar la atención sobre la función real del pensamiento y el lenguaje. Si uno examina esta cuestión, podrá ver que existen estos elementos. En estos tiempos, un* ejemplo sorprendente es el uso (y abuso) de la palabra

«relevante» (lo que tal vez haya de entenderse como una especie de llamada a la función de atraer la atención, que el pueblo siente, casi inconscientemente, que es importante).

La palabra «relevante» procede de un verbo: «relevar», que ha quedado en desuso y cuyo significado es «elevar» (véase «relieve»). Esencialmente, «relevar» significa «elevar hacia la atención», para que el contenido así elevado surja «puesto de relieve». Cuando un contenido elevado hacia la atención es coherente o adecuado al contexto del que se trata, es decir, cuando tiene algo que ver con el contexto, se dice que este contenido es «relevante», y, naturalmente, cuando no es adecuado se dice que es «irrelevante».

Podemos encontrar ejemplos de esto en los escritos de Lewis Carroll, que están llenos de un humor que brota del uso de lo irrelevante. Así, en *A través del espejo,* hay una conversación entre el Sombrerero Loco y la Liebre de Marzo que contiene la frase: «Este reloj no corre, a pesar de haber usado la mejor mantequilla». Esta frase pone de relieve lo irrelevante que es la calidad de la mantequilla en relación con la marcha de los relojes, un concepto que, evidentemente, no corresponde al contexto de la estructura real de los relojes.

Al establecer un juicio sobre la relevancia, se está tratando el pensamiento y el lenguaje como realidades, en el mismo nivel que el contexto al cual se refieren. En realidad, en el preciso momento en que se está formulando este juicio, se está prestando atención tanto a este contexto como a la función general del pensamiento y el lenguaje, para ver si son adecuados entre sí o no. Así, el ver la relevancia o la irrelevancia de un juicio es, en primer lugar, un acto de percepción de un orden muy elevado, similar al que supone el juzgar su verdad o falsedad. En cierto sentido, la cuestión de la relevancia viene antes que la de la verdad, ya que el preguntarse si una declaración es verdadera o falsa presupone que es relevante (porque el intento de afirmar la verdad o la falsedad de un juicio irrelevante es una forma de confusión), pero, en un sentido más profundo, la averiguación de la relevancia o la irrelevancia es, evidentemente, un aspecto de la percepción de la verdad en su significado global.

El modo de averiguar la relevancia o la irrelevancia está claro que no puede reducirse a una técnica o a un método, determinados por cierto conjunto de reglas. Más bien se trata de un *arte,* tanto en el sentido de que requiere una percepción creativa como en el de que esta percepción debe desarrollarse posteriormente con habilidad (como en el trabajo de un artesano).

Así, por ejemplo, no es correcto considerar la división entre relevancia e irrelevancia como una forma acumulativa del conocimiento de las propiedades que pertenecen a los juicios (por ejemplo, diciendo que ciertos juicios «poseen» relevancia, mientras que otros no). Más bien, en cada caso, el juicio sobre la relevancia o la irrelevancia está comunicando una constatación que tiene efecto en el momento de su expresión, y es el contexto individual el que lo indica en cada momento. Así, según cambie el contexto en cuestión, un juicio que al principio era relevante puede dejar de serlo, o viceversa. Más aún, incluso es posible que uno no pueda decir si un juicio dado es relevante o irrelevante, y esto cubre todas las posibilidades. Pues, en muchos casos, el contexto global puede ser tal que no quepa percibir claramente si el juicio tiene importancia o no. Esto significa que uno tiene que aprender más, y que la solución, si es que la hay, está en un estado fluido. Así, cuando se comunica la relevancia o la irrelevancia, uno debe comprender que no se trata de una división inalterable y definitiva entre categorías opuestas, sino más bien la expresión de una percepción siempre cambiante, en la cual es posible, por el momento, ver una adecuación o una inadecuación entre el contenido elevado hacia la atención y el contexto al cual se refiere.

Por ahora, la cuestión de la adecuación o no adecuación se está discutiendo con una estructura del lenguaje en la cual los nombres se consideran básicos (por ejemplo, al

decir «esta noción es relevante»). Esta estructura supone formalmente una división inalterable y definitiva entre relevancia e irrelevancia. La forma del lenguaje está introduciendo así, continuamente, una tendencia a la fragmentación, incluso en estos rasgos cuya auténtica función es la de llamar la atención sobre la totalidad del lenguaje y del contexto en el que se están utilizando.

Naturalmente, como ya hemos anunciado, podemos vencer esta tendencia a la fragmentación si usamos el lenguaje de un modo más libre, informal y «poético», que le comunicará la verdadera naturaleza fluida de la diferencia entre relevancia e irrelevancia. De todos modos, ¿no sería posible hacer esto mismo de un modo más coherente y eficaz, discutiendo la solución de la relevancia mediante el reomodo, en el que, como ya se ha sugerido, las divisiones inalterables y definitivas no surgen formalmente, porque es el verbo, más que el nombre, lo que tiene un papel primario?

Para responder a esta cuestión, debemos advertir primero que el verbo «relevar», del cual se deriva el adjetivo «relevante», viene, en último extremo, de la raíz «levar» (cuyo significado es, desde luego, «elevar»). Como un paso para desarrollar el reomodo proponemos, pues, lo que significará el verbo «levar»: «El acto espontáneo y no restringido de elevar hacia la atención un contenido cualquiera, lo cual incluye el elevar hacia la atención la cuestión de si este contenido es el adecuado a un contexto más amplio o no, del mismo modo que elevar hacia la atención la verdadera función de llamar la atención que comienza con el verbo mismo». Esto supone una amplitud y profundidad sin restricciones de su significado, el cual no queda fijado dentro de límites estáticos.

Después introduciremos el verbo «relevar». Éste significa: «Elevar cierto contenido hacia la atención otra vez, dentro de un contexto particular, según lo indican el pensamiento y el lenguaje». Aquí hay que recalcar que «re» significa «otra vez», es decir, en otra ocasión. Esto supone evidentemente tiempo y similaridad (tanto como diferencia, puesto que cada ocasión es no solamente similar, sino también diferente).

Como hemos apuntado antes, es necesario, pues, un acto de percepción para ver, en cada caso, si el contenido así «elevado otra vez» es adecuado al contexto observado o no. En los casos en los que este acto de percepción revela una adecuación, decimos: «relevar es relevante» (adviértase que aquí es esencial el uso del guión, y que la palabra debería pronunciarse con una ruptura, como indica el guión). Naturalmente, en los casos en los que la percepción se revela como inadecuada, diremos: «relevar es irrelevante».

Vemos así que los adjetivos se han formado a partir del verbo como raíz. También pueden formarse así los nombres, y no significarán objetos separados sino más bien *estados continuados* de actividad de las formas particulares indicadas por los verbos. Así, el nombre «relevación» significa: «Un estado continuado de elevamiento de un contenido *dado* hacia la atención».

El seguir con la relevación cuando el hacerlo es irrelevante se llamará, pues, «irrelevación». En esencia, la irrelevación presupone que propiamente no existe atención. Cuando un contenido es irrelevante, normalmente lo abandonamos más pronto o más tarde. Si no ocurre esto, es que, en cierto sentido, uno no está atento o alerta. Luego la irrelevación implica la necesidad de prestar atención al hecho de que no existe la atención adecuada. *Naturalmente, si prestamos atención a este fallo de la atención, terminaremos verdaderamente con la irrelevación.*

Finalmente, introduciremos el nombre «levación», que significa una especie de totalidad de actos generalizados y no restringidos de elevar hacia la atención (adviértase la diferencia con «levar», que se refiere a un solo acto espontáneo y no restringido de elevar hacia la atención).

Esta forma de utilización de una estructura de lenguaje, construyendo sus formas a partir de raíces verbales, nos permite averiguar lo que se quiere decir comúnmente con «relevancia» según un modo libre de fragmentación, porque la forma del lenguaje ya no nos llevará a considerar algo que se llama relevancia como si fuera una cualidad separada y fija. Y, algo más importante aún, no estamos estableciendo una división entre lo que significa el verbo «levar» y la función real que se da cuando usamos este verbo. Es decir, «levar» no es solamente atender al pensamiento de elevar un contenido no restringido hacia la atención, sino que es también realizar el acto mismo de elevar tal contenido. El pensamiento no es, pues, una mera abstracción sin una percepción concreta a la cual referirse. Más bien es algo que está progresando realmente y que es adecuado al significado de la palabra, y uno puede, en el mismo momento de usarla, percibir la adecuación entre este significado y lo que está progresando. Así, el contenido del pensamiento y su función real se ven y se sienten como una sola cosa, y así se comprende lo que significa el cese de la fragmentación en su verdadero origen.

Evidentemente, es posible generalizar esta manera de construir formas de lenguaje de modo que cada verbo se pueda utilizar como raíz. Diremos, pues, que el reomodo se caracteriza esencialmente por su manera de usar el verbo.

Por ejemplo, consideremos el verbo latino *videre,* que significa «ver», y que usamos en formas tales como «video». Aquí introduciremos la raíz verbal «vidar». Esto no significa simplemente «ver» en su sentido visual, sino que lo usaremos para referirnos a cualquier aspecto de la percepción, incluyendo hasta el acto de comprender, que es la aprehensión de una totalidad que incluye sensación, percepción, inteligencia, sentimiento, etcétera (por ejemplo, en el lenguaje común «comprender» y «ver» pueden ser intercambiables). Así, la palabra «vidar» llamará nuestra atención hacia un espontáneo y no restringido acto de percepción de cualquier clase que sea, incluyendo la percepción de si lo que se ve es adecuado o no «a lo que es», tanto como hacia la simple percepción de la verdadera función de llamar la atención de la palabra misma. Así, como ocurre con «levar», no habrá

división alguna entre el contenido (significado) de esta palabra y la función total a la que da origen.

Ahora consideraremos el verbo «revidar», que significa percibir un concepto dado *otra vez*, como lo indica la palabra o el pensamiento. Si se ve que este contenido es adecuado al contexto indicado, entonces diremos: «revidar es revidante». Si se ve que no es adecuado, entonces, naturalmente, diremos: «revidar es irrevidante» (lo cual quiere decir, en el lenguaje corriente, que fue un error o una percepción ilusoria).

«Revidación» es, pues, un estado continuo de percepción de cierto contenido, mientras que «irrevidación» es un estado continuo de estar atrapado en una ilusión o desilusión con respecto a cierto contenido. Evidentemente (como con irrelevación), irrevidación presupone un fallo de atención, y atender a este fallo de atención es terminar con la irrevidación.

Finalmente, el nombre «vidación» significa una totalidad de actos de percepción no restringida y generalizada. Está claro que *vidación* no se va a distinguir netamente de *levación.* En un acto de vidación, es necesario elevar un contenido hacia la atención, y en un acto de levación, es necesario vidar este contenido. Así, ambos movimientos de levación y de vidación se mezclan e interpenetran. Cada una de estas palabras subraya simplemente (es decir, releva) cierto aspecto del movimiento en general. Se hará evidente que esto será cierto en todas las raíces verbales del reomodo. Todas ellas implican a las demás, y penetran unas en otras. Así, el reomodo revelará una cierta totalidad que no es característica del uso común del lenguaje (aunque la tiene potencialmente, en el sentido de que, si partimos del movimiento como primario, después tendremos que decir igualmente que todos los movimientos se funden unos en otros, se mezclan y se interpenetran).

Sigamos considerando ahora el verbo «dividir». Podremos considerarlo como una combinación del verbo *videre* y el prefijo «di», que significa «separado». Así, «dividir» se debe considerar[1] que significa «ver como separado».

Ahora, pues, introduciremos el verbo[2] «dividar». Esta palabra llama la atención sobre el acto espontáneo de ver las cosas como separadas, de cualquier forma que sea, incluyendo el acto de ver si la percepción es adecuada o no «a lo que es», e incluso el de ver cómo la función de llamar la atención de esta palabra tiene una forma de división inherente a ella. Sobre este último punto, advertimos que simplemente al considerar la palabra «dividar» ya queda clara su diferencia con la palabra «vidar», de la cual deriva. Así, dividar no sólo supone un *contenido* (o significado) de división, sino también que el uso adecuado de esta palabra produce una función a la cual proporciona una descripción adecuada el concepto de división.

Ahora consideraremos el verbo «redividar», que significa percibir otra vez, mediante el pensamiento y el lenguaje, un contenido dado como separado o dividido en cierta manera. Si, al hacerlo, lo vemos adecuado al contexto indicado, entonces diremos que «redividar es redividante». Si vemos que no es adecuado, diremos que «redividar no es redividante».

Así, la redividación es un estado continuo de ver cierto contenido en forma de separación o división. Irredividación es un estado continuo de ver separación donde, en el lenguaje corriente, diríamos que esta separación es irrelevante.

En esencia, irredividación es claramente lo mismo que fragmentación. Así se hace evidente que la fragmentación no puede ser una buena cosa, puesto que no significa simplemente ver las cosas como separadas, sino persistir en hacerlo en un contexto en el que esta manera de ver no es la adecuada. Seguir indefinidamente con la irredividación es solamente posible mediante un fallo de la atención. Luego la irredividación termina en el mismo momento en que prestamos atención a este Tallo de atención.

Finalmente, el nombre «dividación» significa, desde luego, una totalidad no restringida y generalizada de acciones de ver las cosas como separadas. Como se ha indicado antes, la dividación presupone una división en la función de llamar la atención de la palabra, en el sentido de que la dividación se ve que es diferente de la vidación. Sin embargo, esta diferencia sólo se mantiene en cierto contexto limitado, y no debe considerarse como una fragmentación, o ruptura real, entre los significados y las funciones de ambas palabras. Sus verdaderas formas indican más bien que la dividación es una forma de vidación, precisamente un caso especial de esta última. Así, en último extremo, la totalidad es primaria, en el sentido de que estos significados y funciones entran unos dentro de otros, se mezclan y se interpenetran. La división se ve, pues, que es un medio conveniente para darle una descripción más articulada y detallada a este todo, antes que una fragmentación de «lo que es».

El movimiento desde la división hacia la unicidad de la percepción se realiza mediante la acción de la *ordenación.* (En el capítulo quinto se encontrará una discusión más detallada.) Por ejemplo, una regla puede estar dividida en centímetros, pero estas divisiones sólo se introducen en nuestro pensamiento como una forma conveniente de expresar un *simple orden secuencial,* mediante el cual podemos comunicar y comprender algo que lo relaciona con algún objeto entero, el cual medimos con la ayuda de tal regla.

Esta simple noción de un orden secuencial, expresado en términos de divisiones regulares en la línea de una escala, nos ayuda a dirigirnos en nuestro trabajo de construcción, nuestros viajes y movimientos sobre la superficie de la tierra y en el espacio, y en un amplio campo de actividades prácticas generales y científicas. Pero, naturalmente, son posibles órdenes más complejos, y deben expresarse con divisiones y categorías de pensamiento más sutiles, que tienen su significado con más sutiles formas de movimiento. Así tenemos el movimiento del crecimiento, desarrollo y evolución de los seres vivos, el movimiento de una sinfonía, el movimiento que es la esencia de la vida misma, etcétera. Evidentemente, éstos deben ser descritos de modos diferentes que no se pueden reducir generalmente a una descripción en términos de un simple orden secuencial.

Más allá de todos estos órdenes está el del movimiento de atención. Este movimiento debe ser adecuado al orden en el que hay que observar porque, de lo contrario, dejaremos de ver lo que hay que ver. Por ejemplo, si queremos escuchar una sinfonía mientras nuestra atención se dirige principalmente al orden secuencial del tiempo señalado por un reloj, no podremos oír los órdenes sutiles que constituyen el significado esencial de la música. Evidentemente, nuestra posibilidad de percibir y comprender está limitada por la libertad con la que el sentido de la atención puede cambiar para adecuarse al orden que debe ser observado.

Luego está claro que, para comprender el verdadero significado de las divisiones del pensamiento y del lenguaje, establecidas para nuestra conveniencia, el concepto de orden tiene un papel fundamental. Para introducir esta noción en el reomodo, introduzcamos la raíz verbal «ordenar». Esta palabra llama la atención hacia un acto espontáneo y no restringido de ordenamiento de cualquier clase que sea, incluyendo el ordenamiento que supone el ver si cualquier orden particular es el adecuado o no para el contexto observado, e incluso el ordenamiento que surge en la función misma de llamar la atención. Así, «ordenar» no significará primariamente «pensar sobre un orden», sino más bien dedicarse al verdadero acto de ordenar la atención, mientras se presta atención también a los pensamientos de uno acerca del orden. Una vez más vemos la totalidad del significado de una palabra y su función global, lo cual es un aspecto esencial del reomodo.

Después, «reordenar» será llamar la atención otra vez sobre un orden dado, mediante el lenguaje y el pensamiento. Si se ve que este orden es el adecuado a lo que hay que observar en el contexto que se discute, diremos que «reordenar es reordenante». Si se ve que no, diremos que «reordenar es irreordenante» (por ejemplo, en la aplicación de una pauta lineal a un complejo laberinto de callejuelas).

Luego, el nombre «reordenación» describe un estado continuo de llamar la atención sobre cierto orden. Por lo que un eslado persistente de reordenación en un contexto irreordenanle se llamará «irreordenación». Como ocurre con los demás verbos, sólo se puede irreordenar por un fallo de la atención, y se termina con la irreordenación cuando se le presta atención a este fallo de la atención.

Finalmente, el nombre «ordenación» significa, naturalmente, una totalidad no restringida y generalizada de acciones de ordenar. Evidentemente, la ordenación implica levación, vidación y dividación, y, en último extremo, todas estas acciones implican ordenación. Porque, para ver si un contenido dado es relevante, la atención debe estar adecuadamente ordenada para percibir este contenido; hay que dotar al

pensamiento de un conjunto adecuado de divisiones o categorías, y así sucesivamente.

Se ha dicho lo suficiente acerca del reomodo como para que se comprenda su funcionamiento en general. Sin embargo, será útil exponer ahora la estructura global del reomodo, relacionando las palabras que hemos venido usando hasta aquí:

Levar, relevar, relevante, irrelevante, levación, relevación, irrelevación.

Vidar, revidar, revidante, irrevidante, vidación, revidación, irrevidación.

Dividar, redividar, redividante, irredividante, dividación, redividación, irredividación.

Ordenar, reordenar, reordenante, irreordenante, ordenación, reordenación, irreordenación.

Debe advertirse que aunque, en primera instancia, el reomodo suponga una nueva construcción gramatical en la que los verbos se usan de un modo nuevo, lo más nuevo en él es que la sintaxis no se extiende solamente a la relación entre las palabras que pueden considerarse como ya dadas, sino también a un conjunto sistemático de reglas para la formación de palabras nuevas.

Desde luego, esta formación de palabras se ha producido en la mayoría de los idiomas (por ejemplo, «relevante» se ha formado de la raíz «levar» con el prefijo «re» y el sufijo «ar», sustituido por «ante»), pero este modo de formación ha tendido a producirse principalmente de un modo fortuito, probablemente como resultado de la necesidad de expresar diferentes relaciones útiles. En cualquier caso, una vez las palabras se han formado, la tendencia predominante ha sido la de olvidar el hecho de que esto ha sucedido, y considerar cada palabra como una «unidad elemental», por lo cual el origen de estas palabras en una frase se considera, en realidad, como no importante para su significado. Sin embargo, en el reomodo, la construcción de la palabra no es fortuita, sino que juega un papel importante para hacer posible la totalidad del nuevo modo del lenguaje, ya que el modo de construir la palabra se nos hace presente porque su significado depende, esencialmente, de la forma en que se ha construido.

Conviene hacer aquí una comparación con lo que ha sucedido en el desarrollo de la ciencia. Como vimos en el capítulo primero, el concepto científico predominante acerca del mundo ha sido, por lo general, el de que, en el fondo, todo se puede describir como el resultado de combinaciones de ciertas unidades, las «partículas», consideradas como básicas. Esta actitud está evidentemente de acuerdo con la tendencia, dominante en el lenguaje corriente, de tratar las palabras como «unidades elementales» que se supone que pueden combinarse para expresar cualquier cosa que sea posible decir.

Naturalmente, cabe aportar nuevas palabras para enriquecer el discurso en el lenguaje corriente (al igual que se pueden introducir nuevas partículas básicas en la física), pero en el reomodo se ha comenzado a ir más lejos, y a tratar la formación de las palabras de un modo que no es esencialmente diferente de la formación de expresiones, frases, oraciones, períodos, etcétera. Así se ha abandonado la actitud «atomística» hacia las palabras y, en su lugar, nuestro punto de vista es bastante parecido al de la teoría de campo en la física, en la cual las «partículas» son solamente abstracciones convenientes del movimiento total. De un modo parecido podemos decir que el lenguaje es un campo no dividido de movimiento, que abarca el sonido, el significado, la llamada a la atención, los reflejos emocionales y musculares, etcétera. Es algo arbitrario conceder el significado excesivo que les estamos dando a las separaciones entre las palabras. En realidad, las relaciones entre las partes de una palabra pueden ser, en general, exactamente de la misma especie que las que existen entre palabras diferentes. Así se dejan de considerar las palabras como «átomos indivisibles de significado» y, en vez de ello, se ven tan sólo como señales convenientes en el movimiento total del lenguaje, no más fundamentales ni

menos que la frase, la oración, el período, el sistema de períodos, los párrafos, etcétera. (Esto significa que el prestar esta atención a los componentes de las palabras no es primariamente una actitud de análisis, sino más bien una forma de aproximación al discurso que nos permitirá un flujo de significado no restringido.)

Tendremos una idea del significado de este cambio de actitud si consideramos el lenguaje como una forma particular de orden. Es decir, el lenguaje no sólo llama la atención sobre el orden. *Es* un orden de sonidos, palabras, estructuras de palabras, matices de frase y de gesto, etcétera. Evidentemente, el significado de toda comunicación por medio del lenguaje depende, de un modo esencial, del mismo orden que *es* el lenguaje. Este orden es más parecido al de una sinfonía, en la que cada aspecto y movimiento debe ser comprendido a la luz de su relación con el todo, más que como el simple orden secuencial de un reloj o una regla graduada; y, como el orden de los sonidos *dentro* de una palabra (como ya se ha señalado aquí) es un aspecto inseparable del significado total, podemos desarrollar reglas de gramática y de sintaxis que empleen este orden de un modo sistemático para enriquecer y ampliar las posibilidades del lenguaje para la comunicación y el pensamiento.

4. Verdad y hecho en el reomodo

En el lenguaje corriente, la verdad se considera como un nombre que representa algo que se puede captar de una vez por todas o a la que uno puede acercarse paso a paso. De un modo u otro, la posibilidad de ser verdadero o falso debe considerarse como una *propiedad* de los juicios. Sin embargo, como ya se ha indicado antes, la verdad o falsedad, como la relevancia y la irrelevancia, deben verse en realidad momento a momento, en un acto de percepción de altísimo orden. Así, la verdad o la falsedad *en el contenido* de un juicio se capta observando si este contenido es adecuado o no a un contexto más amplio que, o bien se indica en el juicio mismo, o en alguna acción o gesto (como una puntualización) que viene dado junto con el juicio. Por otra parte, cuando llegamos a juicios sobre las maneras de considerar el mundo, que tienen que ver con «la totalidad de todo lo que es», no hay un contexto claramente definible al cual podamos referirnos, y así tenemos que acentuar *la verdad en función,* es decir la posibilidad de movimiento y cambio libres en nuestras nociones generales de la realidad como un todo, para que nos permitan una adecuación continua a la nueva experiencia, yendo más allá de los límites a los que se ajustaban las nociones más antiguas sobre esta materia. (Véanse capítulos tercero y séptimo para una discusión más avanzada.)

Así pues, está claro que el lenguaje corriente resulta muy Inadecuado para discutir cuestiones de verdad o falsedad, porque tiende a tratar cada verdad como un fragmento separado que está fijado en su esencia y es estático en su naturaleza. Será interesante que experimentemos con el uso del reomodo, para ver cómo éste nos permite discutir la cuestión de la verdad de un modo más adecuado y coherente.

Comenzaremos por considerar la palabra latina *verus,* que significa «verdadero». Introduciremos la raíz verbal «verar». lista palabra llama la atención, del modo discutido en el apartado anterior, sobre un acto espontáneo y no restringido de ver la verdad en cualquier forma que sea, incluyendo tanto el acto de ver si esta percepción es o no adecuada a lo que se percibe realmente que ocurre cuando aprehendemos la verdad, como cuando vemos la verdad en la función de llamar la atención de la palabra misma. Así, «verar» es tanto el estar en el acto de percibir la verdad como estar atendiendo a lo que significa la verdad.

Reverar, pues, es llamar la atención otra vez, por el pensamiento y el lenguaje, sobre una verdad particular en un contexto dado. Si se ve que esto es adecuado a lo que se observa en este contexto, diremos que «reverar es reverante», y, si vemos que no es adecuado, diremos que «reverar es irreverante» (es decir, una verdad particular deja

de ser válida cuando la repetimos y la extendemos a un contexto que está más allá de sus propios límites).

Vemos, pues, que la cuestión de la verdad ya no se discute en términos de fragmentos separados y esencialmente estáticos. Más bien nuestra atención se ve llamada hacia el acto general de la *veración* y hacia su continuación en un contexto particular, como *re-ver ación* e *irre-ver ación.* (La irreveración, es decir, el mantenimiento persistente en una verdad más allá de sus propios límites, ha sido, evidentemente, una de las fuentes más copiosas de ilusión y desilusión a través de toda la historia y en cualquier fase de la vida.) La veración debe verse como un movimiento fluyente, que se mezcla e interpenetra con la levación, vidación, dividación, ordenación, y ciertamente todos los demás movimientos que se irán indicando en el subsiguiente desarrollo del reomodo.

Ahora bien, cuando discutimos la verdad en el lenguaje corriente, llegamos de forma inevitable a considerar lo que queremos decir con *el hecho.* Así, en cierto sentido, decir: «Esto es un hecho» da por supuesto que el contenido del juicio en cuestión es verdadero. Sin embargo, el significado primero de la palabra «hecho» es «lo que ha sido realizado». Este significado tiene importancia aquí porque, como es evidente, «realizamos» en cierto sentido el hecho: porque este hecho no depende solamente del contexto que estamos observando y de nuestra percepción inmediata, sino que depende también de cómo están conformadas nuestras percepciones por nuestros pensamientos, tanto como por lo que nosotros *hacemos* para probar nuestras conclusiones y para aplicarlas en actividades prácticas.

Sigamos experimentando con el uso del reomodo para ver adonde nos lleva cuando consideramos lo que quiere decir «el hecho». Introduciremos, pues, la raíz verbal «hechar». (La hache de la palabra es importante para evitar que pueda haber cierta confusión con otro verbo similar.) «Hechar» llama la atención, espontánea y no restringida, hacia la actividad humana dirigida conscientemente para *hacer o realizar cualquier clase de cosa*[3] (y esto, naturalmente, incluye el «hacer» o «realizar» la función de llamar la atención de la palabra misma). «Rehechar» es, pues, llamar la atención otra vez, por el pensamiento y el lenguaje, hacia una actividad de «hacer» o «realizar» en un contexto particular. Si se ve que esta actividad es adecuada dentro del contexto (es decir, que lo que estamos haciendo «funciona»), entonces diremos: «rehechar es rehechante», y, si vemos que no es adecuada, diremos: «rehechar es irrehechante».

Está claro que gran parte de lo que queremos decir con la verdad o la falsedad de un juicio se contiene en lo que presuponen las palabras «rehechante» e «irrehechante». Luego es evidente que, cuando aplicamos en la práctica la noción de verdad, generalmente nos lleva a realizar algo que «funciona», mientra que la noción de falsedad nos lleva a actividades que «no funcionan».

Naturalmente, aquí debemos tener cuidado y no identificar la verdad solamente con «lo que funciona», ya que, como hemos visto, la verdad es un movimiento total que va mucho más allá del dominio limitado de nuestras actividades funcionales dirigidas conscientemente. Así, aunque el juicio «la reveración es rehechante» sea correcto por lejos que lo hagamos llegar, es importante tener presente que esto sólo llama la atención sobre un cierto aspecto de lo que significa la verdad. Ni siquiera cubre todo lo que se quiere decir con *el hecho.* Hay mucho más involucrado en el establecimiento del hecho que en la simple observación de que nuestro conocimiento es rehechante, es decir, que nos ha llevado generalmente a conseguir los objetivos que previamente habíamos proyectado en nuestro pensamiento. Además, el hecho debe ser *comprobado* continuamente, mediante observación y experiencia posteriores. El primer objetivo de esta comprobación no es la producción de cierto resultado o fin deseado, sino más bien ver si el hecho «se sostendrá», incluso cuando el contexto al cual se refiere se observa una y otra vez, lo mismo si se produce

esencialmente de la misma manera que antes que si se realiza de maneras nuevas que sean significativas en este contexto. En la ciencia, esta comprobación se efectúa por medio de experimentos que no solamente deben ser reproducibles, sino que también deben ser corroborados con «pruebas cruzadas» aportadas por otros experimentos significativos en el contexto que interesa. Pero, la experiencia como totalidad está proporcionando siempre tal clase de pruebas, para que estemos atentos para ver qué es lo que en realidad indican.

Cuando decimos «esto es un hecho» suponemos, pues, cierta posibilidad en el hecho de «sostenerse frente» a un amplio surtido de pruebas de diferentes clases. Así, el hecho está *establecido,* es decir, ha mostrado que es *estable*, en el sentido de que no va a caerse ni anularse en cualquier momento, en una observación subsiguiente de la especie general de las que ya ha soportado. Naturalmente, esta estabilidad es sólo relativa, porque el hecho está siendo comprobado una y otra vez, de las maneras que le son familiares y de nuevas maneras que se están explorando continuamente. Así, podrá ser refinado, modificado, e incluso cambiado radicalmente por una observación, experimento o experiencia posteriores. Pero, para ser un «hecho real», evidentemente tiene que permanecer así *constantemente* válido, al menos dentro de ciertos contextos o durante un cierto período de tiempo.

Para disponer el campo de discusión de este aspecto del hecho mediante el reomodo, advertiremos primero que la palabra «constante» deriva del verbo «constar», que significa «ser cierto y evidente». Este significado se hace más evidente si consideramos la raíz latina *constare (stare* significa «estar de pie», y «con = cum» significa juntamente). Así, podemos decir que, en la actividad de comprobación, «constatamos» el hecho, porque está establecido y «juntamente se mantiene de pie con firmeza» como un cuerpo coherente, porque puede, en cierto sentido relativo, «sostenerse» al ser puesto a prueba. Luego, dentro de ciertos límites, el hecho permanece *constante.*

En realidad, la palabra que acabamos de citar, «constatar», aunque se trata de un galicismo, se utiliza bastante en el lenguaje corriente y precisamente en el sentido con que la hemos utilizado aquí. En cierto modo, es más adecuada al significado que hemos querido darle aquí que la palabra «constar», porque deriva de la palabra latina *constat,* que es la tercera persona del singular del presente de indicativo del verbo *constare,* por lo que su significado es el de «se sostiene juntamente». Esto es bastante adecuado, tanto al «hecho» como «a lo que *ha* sido realizado».

Para considerar estas cuestiones en el reomodo introduciremos, pues, la raíz verbal «constatar». Este verbo significará «prestar una atención espontánea y no restringida a cómo cualquier clase de acción o movimiento se establece en una forma relativamente constante que se sostiene juntamente de un modo relativamente estable, incluyendo la acción de establecer un conjunto de hechos que se sostienen juntamente de este modo, e incluso la acción de esta misma palabra al ayudar a establecer el hecho acerca de la función del lenguaje mismo».

Reconstatar es, pues, «llamar otra vez la atención, mediante la palabra y el pensamiento, sobre una acción particular o un movimiento de esta especie en un contexto dado». Si se ve que esto último es adecuado al concepto en cuestión, diremos: «reconstatar es reconstatante», y, si vemos que no es adecuado, diremos: «reconstatar es irreconstatante» (por ejemplo, el hecho que ha sido establecido previamente, en realidad no «se sostiene» ante la observación y experiencia posteriores).

El nombre «reconstatación» significa, pues, «una especie particular de *estado* continuo de acción o movimiento en un contexto dado, que "se sostiene juntamente" de un modo relativamente constante, tanto si es nuestra propia acción la que establece el hecho como si es cualquier otra clase de movimiento que se puede describir como establecido y estable en su forma». Así, puede referirse, en primera

instancia, a la posibilidad de confirmar una y otra vez, en una serie de actos de observación y experimentación, que «el hecho todavía se sostiene», o también puede referirse a cierto estado continuo de movimiento (o de asuntos) que «todavía se sostiene» en una realidad total que incluye y va más allá de nuestros actos de observación y experimentación. Finalmente, puede referirse a la actividad verbal de formular un juicio (es decir, *establectr* un hecho), por el cual, lo que una persona reconstata puede ser comunicado para que sea, a su vez, reconstatado por otras personas. Es decir, una reconstatación es, en el lenguaje corriente, «un hecho establecido» o «el estado real del movimiento o de los asuntos sobre los que se refiere el hecho» o «el juicio verbal sobre el hecho». Así no hacemos ninguna distinción tajante entre el acto de percepción y experimentación, la acción que percibimos y sobre la cual experimentamos, y la actividad de comunicar verbalmente aquello que hemos observado y hecho. Todo esto se contempla como facetas o aspectos de un movimiento total no fragmentado ni dividido, como acabamos de explicar, tanto en función como en contenido (y así no caeremos en una división fragmentaria entre nuestras actividades mentales «hacia adentro» y su función «hacia afuera»).

Evidentemente, este uso del reomodo resulta muy adecuado al concepto del mundo en el cual las cosas, aparentemente estáticas, se consideran asimismo como abstracciones de aspectos relativamente invariantes de un movimiento total no fragmentado ni dividido. No obstante, va más allá, al implicar que el hecho que se refiere a estas cosas es también él mismo una abstracción, lo mismo que el aspecto relativamente constante del movimiento total, tal como aparece en la percepción y se experimenta en la acción, que «se sostiene juntamente» en un estado continuo y que, así, es adecuado para la comunicación en forma de juicio.

5. El reomodo y sus implicaciones para nuestra visión de conjunto del mundo

El ver, como hemos señalado en el apartado anterior, que el reomodo no nos permite discutir el hecho observado en términos de cosas de naturaleza esencialmente estática, que existen separadamente, nos lleva a advertir que el uso del reomodo tiene implicaciones en nuestra visión general del mundo. Ciertamente, como ya se ha expuesto con cierta extensión, cada forma de lenguaje aporta un concepto predominante o más extendido acerca del mundo, que tiende a funcionar en nuestro pensamiento y en nuestra percepción siempre que los usamos, de tal modo que ofrecer un concepto del mundo claramente expresado, contrario al que implica la estructura primaria de un lenguaje, suele ser muy difícil. Por ello es necesario, en el estudio de la forma de cualquier lenguaje común, prestar una seria y sostenida atención a su visión del mundo, tanto en su contenido como en su función.

Como ya hemos indicado, uno de los principales defectos de la manera corriente de utilizar el lenguaje es, precisamente, su presunción general de que no está restringiendo en absoluto la visión del mundo y que, en cualquier caso, las cuestiones acerca del concepto del mundo solamente tienen que ver con «la filosofía particular de cada uno», y no con el contenido y función de nuestro lenguaje ni con la manera que tendemos a experimentar la realidad total en la cual vivimos. Así, al hacernos creer que nuestra visión del mundo es un asunto poco importante, que tal vez afecta principalmente al gusto o las preferencias personales de uno, el modo corriente de hablar nos lleva a descuidar la atención sobre la función real divisoria sobre nuestro concepto del mundo que impregna este modo, y que hace que la manera automática y habitual de funcionar nuestro pensamiento y nuestro lenguaje proyecte estas divisiones (de la manera ya averiguada) como si fueran rupturas fragmentarias reales en la naturaleza de «lo que es». Es esencial, pues, prestar

atención a la visión del mundo que presupone cada forma de lenguaje, y estar vigilante para ver cuándo esta visión deja de ser la adecuada para la observación y la experiencia actuales, cuando éstas se han ampliado más allá de ciertos límites.
En este capítulo se ha hecho evidente que la visión del mundo implicada en el reomodo es, en esencia, la descrita en el primer capítulo, y que se expresa diciendo que *todo* es un movimiento global no fragmentado ni dividido, y que cada «cosa» es solamente una abstracción de una faceta o aspecto relativamente invariante de este movimiento. Está claro, por tanto, que el reomodo presupone una visión del mundo bastante diferente de la que es propia de la estructura del lenguaje corriente. Más específicamente, vemos que el mero hecho de considerar seriamente este nuevo modo de lenguaje y observar cómo funciona, nos ayuda a fijarnos en el modo en que la estructura de nuestro lenguaje ordinario nos presiona, fuerte y sutilmente, para que nos mantengamos en una visión fragmentaria del mundo. No podemos decir por ahora si sería útil el proseguir más allá e intentar introducir el reomodo en el lenguaje activo, aunque tal vez podría resultar una evolución provechosa.

3. LA REALIDAD Y EL CONOCIMIENTO CONSIDERADOS COMO UN PROCESO

1. *Introducción*

La idea de que la realidad debe ser comprendida como un proceso es antigua, remontándose por lo menos a Heráclito, quien dijo que todo fluye. En tiempos más modernos, Whitehead[1] fue el primero en darle a esta noción un desarrollo sistemático y amplio. En este capítulo discutiré la cuestión de la relación entre la realidad y el conocimiento desde tal punto de vista. No obstante, aunque mi punto de partida explícito sea parecido al de Whitehead, surgirán algunas implicaciones que van a ser significativamente diferentes de las que aparecen en su obra.

Considero que la esencia de la idea de proceso está en el juicio: No sólo está todo cambiando, sino que todo *es* flujo. Es decir, *lo que existe* es el proceso mismo de llegar a ser, mientras que todos los objetos, acontecimientos, entidades, condiciones, estructuras, etcétera, son formas que pueden abstraerse de este proceso.

La mejor imagen del proceso es tal vez la de una corriente que fluye, cuya sustancia nunca es la misma. En esta corriente se pueden ver modelos siempre cambiantes de remolinos, rizos, ondas, salpicaduras, etcétera, que no tienen existencia independiente como tales. Más bien son abstracciones del movimiento fluyente, que surgen y se desvanecen en el proceso total del flujo. Una existencia transitoria como la que pueden poseer estas formas abstractas presupone solamente una relativa independencia o autonomía de comportamiento, antes que una existencia absolutamente independiente como sustancias esenciales. (En el capítulo primero planteamos esta idea con mayor amplitud.)

Naturalmente, la física moderna declara que las corrientes reales (por ejemplo, las de agua) están compuestas de átomos que, a su vez, están compuestos de «partículas elementales», como electrones, protones, neutrones, etcétera. Durante mucho tiempo se pensó que estas últimas eran «la sustancia final o esencial» de toda la realidad, y que todos los movimientos fluyentes, como los de las corrientes, podían reducirse a formas abstraídas de los movimientos en el espacio de conjuntos de partículas interactuantes. Sin embargo, se ha descubierto que incluso las «partículas elementales» pueden ser creadas, aniquiladas y transformadas, y esto indica que ni siquiera éstas pueden ser las sustancias finales, sino que son más bien formas relativamente constantes, abstraídas de algún nivel de movimiento más profundo.

Podríamos suponer que este nivel de movimiento más profundo pudiera ser divisible en partículas todavía más finas, que tal vez resultaran ser las sustancias finales de toda la realidad. Sin embargo, la idea de que todo es flujo, que estamos investigando ahora, niega este supuesto. Más bien presupone que cualquier acontecimiento, objeto, entidad, etcétera, que pueda describirse, es la abstracción de una totalidad desconocida e indefinible de movimiento fluyente.

Esto significa que no importa cuánto pueda progresar nuestro conocimiento de las leyes de la física, porque el contenido de estas leyes seguirá refiriéndose a tales abstracciones, que sólo tienen una relativa independencia, tanto en su existencia como en su comportamiento. Así, esto no nos llevará a suponer que *todas* las propiedades de los conjuntos de objetos, acontecimientos, etcétera, se puedan explicar según cierto conjunto cognoscible de sustancias finales. En cada etapa pueden surgir nuevas propiedades de tales conjuntos, cuyo ámbito último debe considerarse como la desconocida totalidad del flujo universal.

Después de haber discutido lo que supone la noción de proceso en lo que concierne a la naturaleza de la realidad, consideremos ahora qué importancia tendrá esta noción para la naturaleza del conocimiento. Para ser coherentes, deberemos decir que el conocimiento también es un proceso, una abstracción del único flujo total, y que este último es el ámbito, tanto de la realidad, como del conocimiento de esta realidad. Naturalmente, es fácil poner en palabras este concepto, pero, en la realidad de los hechos, es muy difícil no caer en la tendencia casi universal de tratar nuestro conocimiento como un conjunto de verdades básicamente fijas y, por lo tanto, de otra naturaleza que la del proceso (por ejemplo, uno puede admitir que el conocimiento está cambiando siempre, pero dice que es acumulativo, lo cual presupone que sus elementos básicos son verdades permanentes que tenemos que descubrir). Claro que hasta la afirmación de que cualquier elemento de conocimiento es absolutamente invariante (como el de que «todo es flujo») es establecer en el campo del conocimiento algo que es permanente; pero si *todo* es flujo, entonces cada parte del conocimiento deberá obtener su esencia abstrayéndola del proceso de llegar a ser, por lo que no podrá haber elementos del conocimiento absolutamente invariantes.

¿Es posible liberarse de esta contradicción diciendo que uno puede comprender, no sólo la realidad, sino también *todo* el conocimiento, como alojados en el movimiento fluyente? ¿O tiene necesariamente que considerar *algunos* elementos del conocimiento (por ejemplo, los que conciernen a la naturaleza del proceso) como verdades absolutas, más allá del flujo del proceso? Ésta es la pregunta que nos hacemos en este capítulo.

2. Pensamiento e inteligencia

Antes de investigar en la cuestión acerca de cómo se debe comprender el conocimiento como un proceso, advertiremos que todo el conocimiento es producido, desplegado, comunicado, transformado y aplicado en el *pensamiento.* El pensamiento, considerado en su *movimiento de llegar a ser* (y no simplemente en su contenido de imágenes e ideas relativamente bien definidas) *es,* ciertamente, el proceso en el cual tiene su real y concreta existencia el conocimiento. (Esto se ha discutido en la introducción).

¿Qué es el proceso del pensamiento? El pensamiento es, en esencia, la respuesta activa de la memoria en cada fase de la vida. Incluimos en el pensamiento las respuestas intelectual, emocional, sensitiva, muscular y física de la memoria. Éstos son todos los aspectos de un solo proceso indisoluble. Tratarlos separadamente produce fragmentación y confusión. Todos ellos constituyen un proceso de respuesta de la memoria a cada situación real, y tal respuesta, a su vez, produce una nueva contribución a la memoria, condicionando así el pensamiento siguiente.

Una de las formas más tempranas y primitivas de pensamiento es, por ejemplo, precisamente el recuerdo del placer y el dolor, relacionado con una imagen visual, auditiva u olfatoria que se puede evocar a partir de un objeto o una situación. Es común en nuestra cultura el considerar como diferentes los recuerdos que contienen una imagen de los que evocan un sentimiento. Sin embargo, es claro que el

significado total de tal recuerdo es precisamente la conjunción de la imagen con su sentimiento, que constituye (juntamente con su contenido intelectual y la reacción física), la totalidad del juicio tal como se recuerda que es bueno o malo, deseable o no, etcétera.

Es claro que el pensamiento, considerado de este modo como la respuesta de la memoria, es básicamente mecánico en su modo de operar. O bien es la repetición de alguna estructura previamente existente, traída por la memoria, o es cierta combinación, adaptación y organización de estos recuerdos en subsiguientes estructuras de ideas y conceptos, categorías, etcétera. Estas combinaciones pueden poseer cierta especie de novedad, resultante de la interacción fortuita de elementos de la memoria, pero está claro que tal novedad sigue siendo esencialmente mecánica (como las combinaciones nuevas que aparecen en un caleidoscopio).

En este proceso mecánico no hay razón intrínseca para que los pensamientos que surjan sean relevantes o adecuados a la situación real que evocan. La acción de percibir si los pensamientos particulares son relevantes o adecuados, o no lo son, requiere la actuación de una energía que no es mecánica, una energía a la que llamaremos *inteligencia.* Ésta es capaz de percibir un nuevo orden o una nueva estructura, que no es precisamente una modificación de lo que ya es conocido o está presente en la memoria. Por ejemplo, uno puede estar trabajando en un problema complicado durante bastante tiempo. De pronto, en un momento de comprensión, puede ver la irrelevancia de toda su manera de pensar acerca del problema, seguida de un modo diferente de enfocarlo, en el cual todos los elementos encajan en un orden nuevo y una nueva estructura. Es claro que tal momento es esencialmente más un *acto de percepción* que un proceso de pensamiento (se discutió una idea similar en el capítulo primero), aunque a continuación pueda ser expresado en el pensamiento. Lo que contiene este acto es la *percepción por la mente* de órdenes abstractos y relaciones tales como igualdad y diferencia, separación y relación, necesidad y contingencia, causa y efecto, etcétera.

Así hemos puesto juntas todas las respuestas de la memoria, básicamente mecánicas y condicionadas, bajo una palabra o símbolo, es decir, pensamiento, y hemos diferenciado esto de la fresca, original e incondicionada respuesta de la inteligencia (o percepción inteligente), en la cual puede surgir algo nuevo. No obstante, llegado a este punto, uno puede preguntarse: «¿Cómo se puede saber que es absolutamente posible tal respuesta incondicionada?» Esta es una cuestión de amplio alcance que no podemos discutir cumplidamente aquí. De todos modos, apuntaremos que, en realidad, todo el mundo acepta implícitamente la idea de que la inteligencia no está condicionada (y la verdad es que nadie puede hacer otra cosa con coherencia).

Consideremos, por ejemplo, que intentamos afirmar que todas las acciones humanas están condicionadas y son mecánicas. Típicamente, este concepto ha tomado una de estas tíos formas: O bien se dice que el hombre es básicamente un producto de su constitución hereditaria, o bien que está completamente determinado por los factores de su entorno. Sin embargo, uno le puede preguntar al hombre que cree en la determinación hereditaria si su propio juicio afirmando esta creencia no es otra cosa que el producto de su herencia. En otras palabras: ¿su estructura genética le impulsa a hacer tal declaración? De un modo parecido, se le puede preguntar al hombre que cree en la determinación ambiental si la afirmación de su creencia no es más que palabras que brotan en modelos a los que ha sido condicionado por su entorno. Evidentemente, en ambos casos (al igual que en el caso de quien afirma que el hombre se encuentra completamente condicionado por la herencia *más* su entorno) la respuesta tendrá que ser negativa porque, en el caso contrario, el interrogado estaría admitiendo que lo que había dicho no tenía significado alguno. Así, en cualquier juicio va implícito necesariamente que el que lo emite es capaz de hablar desde una percepción inteligente, la cual, a su vez, es capaz de una *verdad* que no sea el mero

resultado de un mecanismo basado en el significado o en habilidades adquiridas en el pasado. Así vemos que nadie puede evitar el dar por supuesto, con esta modalidad de comunicación, que por lo menos acepta la posibilidad de esta percepción libre e incondicionada que hemos llamado inteligencia.

Ahora bien, hay muchas pruebas que indican que el pensamiento es básicamente un proceso material. Por ejemplo, se ha observado en una amplia variedad de contextos que el pensamiento es inseparable de las actividades eléctrica y química del cerebro y del sistema nervioso, y que coincide con tensiones y movimientos musculares. ¿Se podría decir, pues, que la inteligencia es un proceso similar, aunque tal vez de una naturaleza más sutil?

En la idea que estamos sugiriendo aquí va implícito que esto no es así. Si la inteligencia debe ser un acto incondicionado de percepción, su ámbito no puede estar en estructuras tales como células, moléculas, átomos, partículas elementales, etcétera. En último extremo, cualquier cosa que esté determinada por las leyes de tales estructuras puede estar en el campo de lo que se puede conocer, es decir, almacenado en la memoria y, por lo tanto, deberá tener la naturaleza

mecánica de algo que se pueda asimilar según el carácter básicamente mecánico del proceso del pensamiento. La real actuación de la inteligencia no puede, pues, estar determinada ni condicionada por factores que puedan estar incluidos en ley alguna cognoscible. Así vemos que el ámbito de la inteligencia debe estar en el flujo indeterminado y desconocido que es también el de todas las formas definibles de materia. La inteligencia no es, pues, deducible ni explicable desde la base de ninguna especialidad del conocimiento (por ejemplo, la física o la biología). Su origen es más profundo y más hacia dentro que cualquier orden cognoscible que pueda describirlo. (Así, tiene que comprender el verdadero orden de las formas definibles de la materia por medio de las cuales nosotros esperábamos comprender la inteligencia.)

¿Cuál es la relación de la inteligencia con el pensamiento? En pocas palabras se puede decir que, cuando el pensamiento funciona por sí solo, es mecánico y no inteligente, porque impone su orden, generalmente irrelevante y no apropiado, que le proporciona la memoria. Sin embargo, el pensamiento es capaz de responder, no sólo desde la memoria, sino también con la percepción incondicionada de la inteligencia, y deberá comprobarse en cada caso si una línea particular de pensamiento es relevante y adecuada o no lo es.

Tal vez podamos considerar aquí la imagen de un receptor de radio. Cuando la potencia de salida del receptor «retroalimenta» la potencia de entrada, el receptor funciona por su cuenta, y produce un ruido irrelevante y sin significación alguna, pero cuando es sensible a la señal portadora de la onda de radio, su propio orden de movimiento interno de las corrientes eléctricas (transformadas en ondas sonoras) es paralelo al orden de la señal, y entonces el receptor sirve para traer un orden significativo, que tiene su origen más allá del nivel de su propia estructura, a los movimientos que se producen en el nivel de su propia estructura. Así podemos sugerir que, en la percepción inteligente, el cerebro y el sistema nervioso responden directamente a una orden que procede del interior del flujo universal y desconocido que no puede ser reducido a nada definible en términos de estructuras cognoscibles.

La inteligencia y el proceso material tienen, pues, un mismo origen, que es, en el fondo, la totalidad desconocida del flujo universal. En cierto sentido, esto implica que lo que corrientemente hemos llamado mente y materia son abstracciones del flujo universal, y que hay que considerarlas a ambas como órdenes relativamente autónomos dentro del único movimiento total. (Esta idea se discute con más amplitud en el capítulo séptimo.) Es el pensamiento, respondiendo a una percepción inteligente, el que puede producir una armonía global o adecuación entre la mente y la materia.

3. La cosa y el pensamiento

Ya que el pensamiento es un proceso material que puede ser relevante en un contexto más general cuando se mueve en paralelo con la percepción inteligente, uno podría preguntarse cuál es la relación entre el pensamiento y la realidad. Porque se cree comúnmente que el contenido del pensamiento tiene una cierta correspondencia con «las cosas reales», las cuales refleja. Tal vez es una especie de copia, o imagen, o imitación de las cosas; tal vez una especie de «mapa» de las cosas, o tal vez (siguiendo una línea de pensamiento similar a la que sugirió Platón) una captación de las formas esenciales y más íntimas de las cosas.

¿Es correcto alguno de estos puntos de vista? ¿O lo que ocurre es que la cuestión misma no requiere aclaración posterior? Porque esto presupondría que nosotros ya sabemos lo que quieren decir «la cosa real» y la distinción entre realidad y pensamiento. Pero es precisamente esto lo que no comprendemos (por ejemplo, la

idea, relativamente complicada, de «la cosa en sí» de Kant, es precisamente tan poco clara como la ingenua idea de «la cosa real»).

Tal vez podamos obtener aquí una clave si vamos a los orígenes de palabras como «cosa» (en inglés, «thing»)[*] y «realidad». El estudio de los orígenes de las palabras puede considerarse como una especie de arqueología del proceso de nuestro pensamiento, en el sentido de que se pueden encontrar las huellas de antiguas formas de pensamiento cuando se hacen observaciones en este campo. Como en el estudio de la sociedad humana, las claves que nos brindan las investigaciones arqueológicas a menudo pueden ayudarnos a comprender mejor la situación actual.

La palabra actual *thing* nos retrotrae a varias palabras del inglés antiguo cuyos significados incluyen «objeto», «acción», «acontecimiento», «condición», «asamblea», y se relaciona con palabras que significan «determinar», «colocar» y, tal vez, con «tiempo» o «temporada». Su significado original puede, pues, haber sido «algo que ocurre en un tiempo dado, o bajo ciertas condiciones». (Compárese con el alemán *bedingen,* que significa «estipular» o «determinar», y que tal vez nos volvería al inglés como *to bething* = recordar.) Todos estos significados indican que la palabra *thing* surge como una indicación muy generalizada de cualquier forma de existencia, transitoria o permanente, limitada o determinada por condiciones.

¿Y cuál es el origen de la palabra «realidad»? Esta palabra procede del latín *res,* que significa «cosa». Ser real es ser una «cosa». «Realidad», en su significado primero, quiso decir «*cosidad* en general» o «la cualidad de ser una cosa».

Es particularmente interesante saber que *res* procede del verbo *reri,* que significa «pensar», por lo cual, *res* es, literalmente, «aquello acerca de lo cual se piensa». Naturalmente, se da por supuesto que aquello acerca de lo cual se piensa tiene una existencia que es independiente del proceso del pensamiento. En otras palabras, que, si bien creamos y sostenemos una idea como una imagen mental para pensar acerca de ella, no creamos ni sostenemos así una «cosa real». Sin embargo, la «cosa real» está limitada por condiciones que pueden ser expresadas en términos de pensamiento. Desde luego, la cosa real tiene más dentro de ella de lo que nunca podrá tener el contenido de nuestro pensamiento acerca de ella, como siempre podrán revelar observaciones posteriores. Más aún, generalmente nuestro pensamiento no es completamente correcto, por lo que, a la larga, podemos esperar que la cosa real nos muestre un comportamiento o unas propiedades que contradigan algunas de las implicaciones de nuestro pensamiento acerca de ella. Ésta es, ciertamente, una de las principales maneras por las que la cosa real puede demostrarnos su independencia básica de nuestro pensamiento. Así, lo que señala principalmente la relación entre la cosa y el pensamiento es que, cuando pensamos correctamente sobre cierta cosa, este pensamiento puede, al menos hasta cierto punto, guiarnos en nuestra relación con esta cosa para producir una situación global que sea armoniosa y esté libre de contradicción y confusión.

Si la cosa y el pensamiento acerca de ella tienen su ámbito en una totalidad desconocida y de flujo indefinible, el intento de explicar su relación mediante la suposición de que el pensamiento está en correspondencia reflexiva con la cosa no significa nada, porque tanto el pensamiento como la cosa son formas abstraídas del proceso total. La razón por la cual están relacionadas estas formas solamente puede estar en el ámbito del cual surgen, pero no hay posibilidad de discutir una correspondencia reflexiva en este ámbito, porque la correspondencia reflexiva implica conocimiento de ambos términos, y el ámbito está más allá de lo que puede asimilar el contenido del conocimiento.

---

[*] Para seguir el razonamiento del autor nos referiremos a la palabra inglesa *thing;* la castellana «cosa» procede del latín «causa» y tiene otras implicaciones. *(N. del T.)*

¿Significa esto que no puede haber un concepto más completo de la relación entre la cosa y el pensamiento? Sugerimos que, en efecto, este concepto más completo es posible, pero para ello necesitamos enfocar la cuestión desde otro punto de vista. Para mostrarlo, consideraremos como una analogía la bien conocida danza de las abejas, en la cual una abeja puede indicar la situación de flores melíferas a otras abejas. No es probable que se haya de entender que esta danza produzca en las «mentes» de las abejas una forma de conocimiento en correspondencia reflexiva con las flores. Es más bien una actividad que, cuando se *realiza* adecuadamente, actúa como una señal o indicador que dispone a las abejas a una clase de acción que, generalmente, las encamina a la miel. Esta actividad no está separada del resto de las que suponen la recogida de la miel. Fluye y se mezcla en el paso siguiente de un proceso no fraccionado. Del mismo modo proponemos que se considere la noción de que el pensamiento es una especie de «danza de la mente» que funciona indicativamente y que, cuando se realiza de forma adecuada, fluye y se mezcla en una especie de proceso global, armonioso y ordenado, de la vida como un todo.
En los asuntos prácticos está muy claro lo que significan la armonía y el orden (por ejemplo, la comunidad tendrá éxito cuando produzca alimentos, vestidos, protección, condiciones saludables de vida, etcétera), pero el hombre también se ocupa de pensamientos que van más allá de lo inmediatamente práctico. Por ejemplo, desde tiempo inmemorial ha querido comprender el origen de todas las cosas, y su orden y naturaleza generales, en el pensamiento religioso, según la filosofía y por medio de la ciencia. Podemos llamar a esto el pensamiento que tiene «la totalidad de todo lo que es» por contenido (por ejemplo, el intento de comprender la naturaleza de la realidad como un todo). Lo que estamos proponiendo aquí es que esta comprensión de la totalidad no es una correspondencia reflexiva entre «pensamiento» y «realidad como un todo». Más bien debe ser considerada como una forma de arte, como la poesía, que puede disponernos hacia el orden y la armonía en la «danza de la mente» global (y, de este modo, en el funcionamiento general del cerebro y el sistema nervioso). Se ha tratado ya este punto en la introducción.
Lo que necesitamos aquí, pues, no es una *explicación* que nos daría algún conocimiento acerca de la relación entre el pensamiento y la cosa, o entre el pensamiento y «la realidad como un todo». Lo que necesitamos es un *acto de comprensión,* en el cual veamos la totalidad como un proceso real que, cuando se realiza adecuadamente, tiende a producir una acción global armoniosa y ordenada, que incorpora tanto el pensamiento como lo que es pensado en un único movimiento, en el cual el análisis en partes separadas (por ejemplo, pensamiento y cosa) no tiene significado.

4. Lo pensado y lo no pensado

Aunque sea evidente que, *en el fondo,* el pensamiento y la cosa no pueden ser analizados propiamente como existentes por separado, es también evidente que, en la experiencia inmediata del hombre, este análisis y separación deben realizarse, al menos provisionalmente o como punto de partida. Es cierto que la distinción entre lo que es real y lo que es mero pensamiento y, por consiguiente, imaginario o ilusorio, es absolutamente necesaria, no solamente para el éxito en los asuntos prácticos, sino también, a la larga, incluso para mantener nuestra cordura.
Será útil aquí que consideremos cómo pudo haber surgido esta distinción. Por ejemplo, es bien sabido[3] que, para un niño, a menudo es difícil diferenciar los contenidos de su pensamiento de las cosas reales (por ejemplo, puede imaginar que estos contenidos son visibles para los demás del mismo modo que son visibles para él, y puede asustarse de lo que los demás llaman «peligros imaginarios»). Así, aunque comienza ingenuamente el proceso de pensar (es decir, sin ser

explícitamente consciente de que él *está* pensando), en cierta etapa se da cuenta conscientemente del proceso de su pensamiento, cuando advierte que algunas de las «cosas» que él parece percibir son, en realidad, «sólo pensamientos» y, por consiguiente, «no cosas» (o «nada», en inglés, *nothing)*, mientras que otras son «reales» (o «algo», en inglés, *something* = «alguna cosa»).

El hombre primitivo debió encontrarse a menudo en una situación parecida. Cuando comenzó a desarrollar el campo de su pensamiento técnicopráctico en su trato con las cosas, estas imágenes pensadas se hicieron más intensas y más frecuentes. Para establecer un equilibrio y una armonía adecuados en el conjunto de su vida, sintió probablemente la necesidad de desarrollar de un modo similar su pensamiento acerca de la totalidad. En esta última clase de pensamiento, la distinción entre lo pensado y la cosa pensada tiene una especial propensión a hacerse confusa. Después, cuando los hombres comenzaron a pensar acerca de las fuerzas de Ja naturaleza y los dioses, y, como artistas, hicieron imágenes realistas de animales y de dioses (por lo que se sentían poseedores de poderes mágicos o trascendentes), estas cosas les indujeron a dedicarse a una especie de pensamiento sin referencia clara alguna al mundo físico, que fue tan intenso, tan abstracto, y tan «realista», que el hombre ya no pudo mantener por más tiempo una diferencia clara entre imagen mental y realidad. Con el tiempo, estas experiencias hicieron surgir una urgencia profundamente sentida por resolver esta diferenciación (expresada en cuestiones como ¿quién soy yo?, ¿cuál es mi naturaleza?, ¿cuál es la verdadera relación que existe entre el hombre, la naturaleza y los dioses?, etcétera), porque quedar permanentemente confundido acerca de lo que es real y lo que no lo es, es un estado que, al final, el hombre encontrará intolerable, ya que no sólo hace imposible un acercamiento racional a los problemas prácticos, sino que también priva a la vida de todo significado.

En su proceso global de pensamiento, el hombre, más pronto o más tarde, se comprometerá a intentar sistemáticamente resolver esta diferenciación. Es fácil ver que, llegado a cierta etapa, ha debido sentir que en este proceso no es suficiente saber cómo distinguir los pensamientos particulares de las cosas particulares. Antes bien, era necesario comprender esta diferenciación de un modo universal. Tal vez entonces, tanto el hombre primitivo como el niño, tuvieron un instante de intuición en el que vieron, probablemente sin ponerlo explícitamente en palabras, que *el pensamiento como un todo* debía diferenciarse de *la totalidad de lo que no era pensado.* Esto puede escribirse más sucintamente como la diferenciación entre el pensamiento y lo no pensado, y, más abreviado aún, hasta *P* y *NP*. La línea de razonamiento implícita en tal diferenciación es:

P no es *NP* (el pensamiento y lo no pensado son diferentes y mutuamente exclusivos).

Todo es *P o NP* (el pensamiento y lo no pensado abarcan la totalidad de lo que puede existir).

En cierto sentido, el verdadero pensamiento comienza con esta diferenciación. Antes de que se realizara, el pensamiento tenía lugar, pero, como ya se ha indicado, no podía ser plenamente consciente de que era pensamiento lo que estaba teniendo lugar. Así, el pensamiento propiamente dicho comienza de este modo, con el pensamiento consciente de sí mismo mediante su propia diferenciación de lo que no es pensado.

Más aún, este paso, en el que el pensamiento comienza propiamente, es tal vez el primer pensamiento del hombre que tiene la totalidad como contenido. Y podemos apreciar cuan profundamente estaba arraigado este pensamiento en la consciencia de toda la humanidad, y cómo surgió muy tempranamente, como una etapa necesaria en el esfuerzo del pensamiento por dotar de cordura y orden a su propia «danza».

Esta modalidad de pensamiento se desarrolló posteriormente y se articuló al intentar descubrir diferentes características distintivas o cualidades que pertenecieran al

pensamiento y a lo no pensado. Así, lo no pensado acostumbra a identificarse con la realidad, en su sentido de *cosidad.* Como ya hemos indicado, las cosas reales se reconocen principalmente por su independencia de lo que pensamos acerca de ellas. Otras distinciones características son las de que las cosas son palpables, estables, resistentes a los intentos de cambiarlas, fuentes de actividad independiente por toda la realidad global.

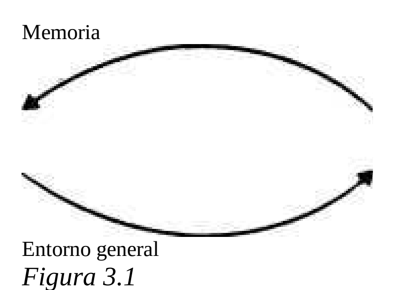


Figura 3.1

Por otra parte, los pensamientos se pueden considerar como «material mental», impalpable, transitorio, fácilmente cambiable, e incapaz de iniciar líneas de actividad fuera de los pensamientos mismos, etcétera.

No obstante, no se puede mantener en el fondo esta diferenciación fija entre el pensamiento y lo no pensado, porque se puede observar que el pensamiento es una actividad real, que debe incorporarse a una totalidad más amplia de movimiento y acción reales que sobrepasa e incluye el pensamiento.

Por lo tanto, como ya se ha señalado, el pensamiento es un proceso material cuyo contenido es la respuesta total de la memoria, incluyendo los sentimientos, las reacciones musculares e incluso las sensaciones físicas que se mezclan con ella y manan de la respuesta entera. Así, todas las características de origen humano de nuestro entorno general son, en este sentido, extensiones del proceso de pensar, por sus configuraciones, formas y órdenes generales de movimiento, que se han originado básicamente en el pensamiento y que se han incorporado, dentro de este entorno, a la actividad de la obra del hombre, la cual está guiada por este pensamiento. Y viceversa, todo lo que está en el entorno general, tiene, sea naturalmente, sea por medio de la actividad humana, una configuración, forma y modo de movimiento, cuyo contenido «influye» a través de la percepción, haciendo surgir impresiones de los sentidos que dejan rastros en la memoria que contribuyen a sentar las bases de un futuro pensamiento.

En este movimiento total, el contenido que originalmente estaba en la memoria entra continuamente en el entorno y se convierte en una característica integrada en el mismo, mientras que el contenido global que estaba originalmente en el entorno entra en la memoria y se convierte en una característica integrada en la misma, de tal modo que (como ya hemos señalado) ambos participan en un solo proceso total, en el cual el análisis en partes separadas (por ejemplo, el pensamiento y la cosa) no tiene sentido en el fondo. Tal proceso, en el cual el pensamiento (es decir, la respuesta de la memoria) y el entorno general están indisolublemente vinculados, es evidentemente un *ciclo,* como se ilustra simbólicamente en la figura 3.1 (aunque, naturalmente, si consideramos más cuidadosamente este ciclo, veremos que se abre siempre formando una espiral). Este movimiento cíclico (o espiral), en el que el pensamiento tiene su plena existencia real y concreta, incluye también la comunicación de los pensamientos entre las personas (que forman parte del entorno propio de los demás) y se aleja indefinidamente en el pasado. Así, en ninguna de sus etapas podemos decir con propiedad que el *proceso global* del pensamiento comienza o termina. Más bien debe considerarse como una totalidad no fragmentada de movimiento que no pertenece en particular a persona, lugar, tiempo o grupo de personas alguno. Al considerar la naturaleza física de la respuesta de la memoria en sus reacciones nerviosas, de sensaciones, movimientos musculares, etcétera, y considerar asimismo que estas respuestas se mezclan con el entorno general en el proceso global cíclico descrito más arriba, veremos que el pensamiento *es* no pensado (P *es* NP).

Y, viceversa, sin embargo también podemos ver que lo no pensado es pensamiento (NP *es* P), ya que la «realidad» *es realmente* una palabra con un cierto contenido de pensamiento implícito en ella. Efectivamente, esto se puede decir de cualquier término de nuestro lenguaje, aunque, como hemos visto, estos términos indican generalmente cosas reales que, en principio, podemos percibir. Sin embargo, es imposible mirar la realidad como si fuera una especie de «cosa», para comprobar si nuestra idea se ajusta o no a esa «cosa llamada realidad». En efecto, ya hemos sugerido con relación a este tema, que el término «realidad» indica una totalidad de flujo, desconocida e indefinible, que es el ámbito de todas las cosas, y tanto del proceso mismo del pensamiento como del movimiento de la percepción inteligente. Pero esto no altera básicamente la cuestión porque, si la realidad es así desconocida e incognoscible, ¿cómo podremos estar seguros en absoluto de que existe? La respuesta a esto es, naturalmente, que no podemos estar seguros.

Pero de esto no se sigue que la «realidad» sea una palabra sin significado, porque, como ya hemos visto, la mente, en su «danza del pensamiento», solamente podrá acabar moviéndose de una manera ordenada y juiciosa si la «forma de la danza» incluye cierta diferenciación entre el pensamiento y lo no pensado (es decir, la realidad). No obstante, también hemos visto que esta diferenciación debe producirse en el flujo siempre cambiante del proceso en el cual el pensamiento penetra en lo no pensado, mientras que lo no pensado penetra en el pensamiento, de modo que esta diferenciación no puede considerarse como fija. Evidentemente, esta diferenciación no fija requiere del movimiento libre de la percepción inteligente, la cual, en cada ocasión, podrá discernir qué contenidos se originan en el pensamiento y qué contenidos se originan en una realidad que es independiente del pensamiento.

Está claro, pues, que no hay que considerar propiamente el término «realidad» (que en este contexto significa «realidad como un todo») como parte del contenido del pensamiento. O, para decirlo de otro modo, podemos decir que *la realidad es no cosa* (=nada), y que también es no la *totalidad de todas las cosas* (es decir, estamos no identificando la «realidad» con «todas las cosas»). Puesto que la palabra «cosa» significa una forma condicionada de existencia, esto significa que «la realidad como un todo» no debe considerarse como condicionada. (Claro que no puede ser

considerada consistentemente así, porque el término mismo «realidad como un todo» implica que contiene todos los factores que podrían condicionarla y de los cuales podría depender.) Así, cualquier noción de la totalidad, basada en una diferenciación fija y permanente entre pensamiento y realidad, se derrumbará cuando la apliquemos a la totalidad.

La forma original de la diferenciación fija entre pensamiento y realidad (es decir, lo no pensado) era:

P no es *NP Todo es o P o NP*

Esta forma es característica de lo que se llama lógica aristotélica (aunque probablemente es tan vieja como el pensamiento mismo, mientras que Aristóteles fue tan sólo la primera persona conocida por nosotros que la enunció clara y sucintamente). Podemos llamar a esto la lógica propia de las cosas. Naturalmente, cualquier forma particular de pensamiento que se ajuste a esta lógica puede aplicarse a una cosa correspondiente sólo bajo ciertas condiciones, que son las que se requieren para que esta cosa sea lo que es. Es decir que un conjunto de formas de pensamiento que siguen las reglas de la lógica aristotélica pueden servir como guías adecuadas en las actividades que incorporan cosas, solamente en cierto campo limitado, más allá del cual estas cosas pueden cambiar o comportarse de otras maneras, que precisarán de otras formas de pensamiento.

No obstante, cuando llegamos a considerar la «totalidad de todo lo que es», nuestro primer interés, como hemos visto, no son las cosas condicionadas, sino la totalidad incondicionada que es el último fondo de todas las cosas. Aquí se vienen abajo las reglas enunciadas por Aristóteles, en el sentido de que no hay ni siquiera un campo limitado o conjunto de condiciones bajo las cuales puedan aplicarse, porque, como una adición a las reglas aristotélicas, hemos afirmado lo siguiente:

F es NF NF e sF

Todo *es, a la vez,* P y NP (es decir, ambos se mezclan y fluyen uno en el otro, en un proceso único no fragmentado, en el cual, en el fondo, ambos son uno).

Todo es *ni* P *ni* NP (es decir, el fondo último es desconocido y, por lo tanto, no se puede especificar como P, ni como NP, de ninguna otra manera).

Si esto de arriba lo combinamos con el original «P no es NP»1 y «todo es, o P o NP», y si además suponemos que «P» y «NP»| son nombres de *cosas,* implicaremos una autocontradicción absoluta. Lo que estamos haciendo aquí es considerar que toda! esta combinación nos indica que, tanto «P» como «NP» no son j nombres de cosas. Más bien, como hemos indicado antes, deben ser considerados como términos en nuestro discurso cuya función es la de disponer la mente para un acto de percepción inteligente, en el cual lo que se requiere es discernir, en cada caso, qué contenido se origina en el pensamiento (es decir, la respuesta de la memoria), y qué contenido se origina en alguna «realidad» que es independiente del pensamiento. Puesto que la realidad que es independiente del pensamiento es, en el fondo, desconocida e incognoscible, este discernimiento no puede, evidentemente, consistir en la asignación de una característica particular del contenido a una categoría fija particular, P o NP. Más bien, si prestamos atención a la *totalidad* siempre cambiante de lo que se origina en el pensamiento (es decir, en la respuesta de la memoria, que es el campo de lo conocido), entonces, por exclusión, cualquier cosa que *no* esté en esta totalidad deberá ser tratada como originada con independencia del pensamiento.

Lo que con toda claridad es importantísimo es que ninguna parte de lo que se origina en la respuesta de la memoria debe perderse o descuidarse. Es decir, el primer «error» que podemos cometer en este campo no es el error *positivo* de asignar equivocadamente lo que se origina en el pensamiento a una realidad independiente del mismo, sino más bien el error *negativo* de pasar por alto o descuidar que cierto movimiento se ha originado en el pensamiento y, por consiguiente, tratarlo implícitamente como si se hubiera originado en lo no pensado. De este modo, lo que

en realidad es un proceso único del pensamiento se trata tácitamente como si estuviera escindido en dos partes (aunque, naturalmente, uno no se dé cuenta de que esto está ocurriendo). Tal fragmentación inconsciente del proceso del pensamiento nos llevará a distorsionar toda nuestra percepción.

Porque si uno llega a atribuir las respuestas de su propia memoria a una realidad que será independiente de estas respuestas, habrá una posterior «retroalimentación» que le llevará a pensamientos más irrelevantes todavía sobre su «realidad independiente». Estos pensamientos constituirán después subsiguientes respuestas inadecuadas de la memoria, que se añadirán a su «realidad independiente» en un proceso de automantenimiento que generalmente es muy difícil romper. Esta retroalimentación (a la que ya hemos aludido antes, al exponer la analogía en la que se comparaba el pensamiento con un receptor de radio) nos llevará, con el tiempo, a confundir todo el funcionamiento de nuestra mente.

5. *El campo del conocimiento, considerado como proceso*

En la experiencia ordinaria, en la cual tratamos con cosas perceptibles para los sentidos, más pronto o más tarde la percepción inteligente acostumbra a poder discernir claramente la totalidad de estos aspectos de la experiencia que se han originado en el pensamiento (y, por exclusión, la totalidad de aquellos que se han originado independientemente del mismo). Pero ya hemos visto que, para el pensamiento, que pretende tener la totalidad como su contenido propio, es muy difícil conseguir esta claridad: por una parte, porque este pensamiento es tan intenso, continuo y total, que produce una fuerte impresión de realidad, y, por otra parte, porque no existen «cosas», perceptibles para los sentidos, frente a las cuales se pueda comprobar este pensamiento. Es, pues, bastante fácil, si no le prestamos la debida atención al proceso real del pensamiento propio, «meternos en» una forma de respuesta condicionada de la memoria, en la cual no somos conscientes de que sólo se trata de una forma de pensar que pretende dar una visión de «la totalidad de la i realidad». Así, «por incomparecencia», caeremos en la trampa de tratar tácitamente este pensamiento como un concepto que se ha originado independientemente del pensamiento, lo cual implica que su contenido es *realmente* la totalidad de la realidad.

De aquí en adelante veremos, en todo el campo que nos es accesible, que no hay posibilidad de cambio en el orden total, tal como nos lo ofrece nuestra propia noción de totalidad que, ciertamente, parece abarcar ahora todo lo que es posible e incluso todo lo que es pensable. Esto presupone que tendremos que considerar nuestro conocimiento de «la totalidad de la realidad» como dotado de una forma fija y definitiva, que refleja o revela una forma correspondiente, también fija y definitiva, de lo que, en verdad, es esta realidad total. Evidentemente, el adoptar esta actitud nos imposibilitará este movimiento libre de la mente que necesitamos para la claridad de nuestra percepción, y así contribuiremos a la omnipresente distorsión y confusión que se extiende por todos los aspectos de la experiencia.

Como ya hemos indicado, el pensamiento con la totalidad como su contenido lo consideraremos como una forma de arte, como la poesía, y su función es, en primer lugar, la de hacer surgir una nueva percepción y la acción implícita en ella, antes que la de comunicar un conocimiento reflexivo de «cómo es todo». Esto supone que no debe existir una forma final de este pensamiento, del mismo modo que no puede existir un poema final (que haría innecesarios todos los poemas posteriores).

Así, cualquier forma particular de pensar acerca de la totalidad indica una manera de considerar todo nuestro contacto con la realidad, y, por consiguiente, afecta a cómo podemos actuar en este contacto. Sin embargo, cada una de estas maneras de verlo es limitada, ya que sólo nos pueden llevar a un orden y armonía globales hasta cierto

punto, más allá del cual dejarán de ser relevantes y adecuadas. (Compárese con la idea de verdad considerada en el capítulo segundo). En el fondo, el movimiento real del pensamiento que incorpora una idea particular de la totalidad debe considerarse como un proceso con forma y contenido siempre cambiantes. Si este proceso se ha desarrollado de un modo adecuado, con atención y con la consciencia de que el pensamiento está en el flujo real del acontecer, no caeremos en el hábito de tratar tácitamente su contenido como una realidad final y esencialmente estática, independiente del pensamiento.

Sin embargo, este juicio acerca de la naturaleza de nuestro pensamiento es también, él mismo, sólo una forma dentro del proceso total del acontecer, que indica cierto orden en el movimiento de la mente, y cierta disposición que necesita la mente para emprender armoniosamente este movimiento. Así que no hay nada final en ello. Tampoco podremos decir adonde nos va a conducir. Es evidente que, debemos estar abiertos a posteriores cambios fundamentales de orden en nuestro pensamiento, según vayamos avanzando en este proceso. Estos cambios llegarán con frescos y creativos actos de intuición que son necesarios para el movimiento ordenado de este pensamiento. Lo que estamos sugiriendo en este capítulo es, pues, que sólo una idea del conocimiento como una parte integral del flujo total del proceso nos podrá llevar a un modo más armonioso y ordenado de enfocar la vida como un todo, en lugar de un concepto estático y fragmentario que no trate el conocimiento como un proceso y que separe el conocimiento del resto de la realidad.

Dentro de este contexto es importante recalcar que, si estamos identificando siempre ciertos conceptos que conciernen a la totalidad con los de Whitehead, o los de cualquier otro, estaremos interfiriendo en el tratamiento del conocimiento *coherentemente* como una parte integral de un proceso global. Así, quienquiera que esté adoptando los puntos de vista de Whitehead, los está adoptando realmente como un punto de partida en un proceso subsiguiente de la *formación del conocimiento.* (Quizá podríamos decir que está trabajando por debajo de la «corriente del conocimiento».) En este proceso, algunos aspectos pueden cambiar bastante despacio, mientras que otros cambian más rápidamente, pero el punto clave que hay que tener presente es que el proceso no tiene aspecto definible alguno que sea *absolutamente* fijo. Naturalmente, la percepción inteligente necesita, momento a momento, discernir estos aspectos que cambian despacio de los que cambian deprisa cuando está trabajando en la «forma artística» de creación de ideas relativas a «la totalidad de todo lo que es».

Aquí debemos estar muy atentos y ser muy cuidadosos, porque tendemos a fijar el contenido esencial de nuestra discusión en un concepto o imagen particulares, y hablar de él como si se tratara de una «cosa» separada que fuera independiente de nuestro pensamiento acerca de ella. No advertimos que, en realidad, esta «cosa» se ha convertido, por ahora, sólo en una imagen, una forma en el proceso global del pensamiento, es decir, en una respuesta de la memoria que es un residuo de una pasada percepción de la mente (es decir, de algo diferente de lo que le es propio). Así, de tan sutil manera, quedamos atrapados otra vez en un movimiento en el cual tratamos con algo originado en nuestro propio pensamiento como si fuera una realidad originada independientemente de este pensamiento.

Podremos evitar esta trampa si somos conscientes de que la realidad del conocimiento es un proceso vivo que está sucediendo *ahora mismo* (por ejemplo, aquí). En un proceso tan actual, nosotros no estamos hablando del movimiento del conocimiento precisamente como si lo miráramos desde fuera. Estamos tomando parte realmente en este movimiento, y somos conscientes de que esto es, de hecho, lo que está sucediendo. Es decir, es una realidad genuina para todos nosotros, una realidad que podemos observar y a la cual podemos dedicar nuestra atención.

La cuestión decisiva es, pues: «¿Podemos ser conscientes de la realidad siempre cambiante y fluyente de este proceso real de conocimiento?» Si podemos pensar desde tal consciencia, no nos veremos llevados a confundir lo que se origina en nuestro pensamiento con lo que se origina en la realidad independiente del pensamiento. Y así, el arte de pensar con la totalidad como contenido del pensamiento se desarrollará de un modo libre de la confusión que es inherente a esas formas de pensamiento que hemos intentado definir, de una vez por todas, como «la totalidad de lo que la realidad es», y que, por consiguiente, nos ha llevado a confundir el contenido de tal pensamiento con el orden global de una realidad total que será independiente del pensamiento.

4. VARIABLES OCULTAS EN LA TEORÍA CUÁNTICA

Se pensó hace tiempo que la cuestión de si existían variables ocultas subyacentes en la teoría cuántica ya se había resuelto definitivamente en sentido negativo. En consecuencia, la mayoría de los físicos modernos ya no consideran esta cuestión como relevante para la física teórica. Sin embargo, en los últimos años, algunos físicos, incluyendo al autor, han desarrollado una nueva aproximación a este problema que vuelve a plantear la cuestión de las variables ocultas[1]. Es mi propósito revisar aquí brevemente los rasgos principales de lo que se ha realizado hasta ahora en esta nueva aproximación y, en consecuencia, indicar algunas líneas generales sobre las que acostumbran a desarrollarse las teorías que suponen variables ocultas.

En el transcurso de este capítulo mostraremos un cierto número de razones por las que las teorías que suponen variables ocultas prometen ser importantes para el tratamiento de problemas físicos nuevos, especialmente los que surgen en el campo de las distancias muy cortas (del orden de $10^{\sim 13}$ cm o menos) y de las energías muy altas (del orden de 10^9 eV o más). Finalmente, responderemos a las principales objeciones que han surgido contra la idea de las variables ocultas, es decir, las dificultades de tratar las relaciones indeterminadas de Heisenberg, la cuantización de la acción, la paradoja de Einstein, Rosen y Podolsky, y los argumentos de Von Neumann contra la posibilidad de tales variables.

1. *Rasgos principales de la teoría cuántica*

Para comprender el camino que ha desarrollado la teoría de las variables ocultas es necesario ante todo tener bien presentes los rasgos principales de la teoría cuántica. Aunque hay varias formulaciones alternativas de esta teoría (debidas a Heisenberg, Schrodinger, Dirac, Von Neumann y Bohr), que difieren un tanto en su interpretación,[2] todas ellas tienen en común los siguientes supuestos básicos:

1. Las leyes fundamentales de la teoría cuántica deben expresarse con la ayuda de una *función de onda* (en general, multidimensional), que satisfaga una ecuación lineal (en la que las soluciones puedan superponerse linealmente).
2. Todos los resultados físicos deben calcularse con la ayuda de ciertos «observables», representados por operadores hermicianos, que operan linealmente en la función de onda.
3. Todo observable particular sólo queda definido si la función de onda es una función propia del correspondiente operador.
4. Cuando la función de onda no es una función propia de este operador, el resultado de una medición del observable correspondiente no puede quedar determinado de antemano. El resultado de una serie de mediciones de un conjunto de sistemas representado por la misma función de onda fluctúa al azar (desordenadamente) de un caso a otro, según las diferentes posibilidades.
5. Si la función de onda viene dada por:

en donde *f* es la función propia del operador en cuestión correspondiente al pésimo valor propio, la probabilidad de obtener el enésimo valor propio en un amplio conjunto de mediciones será dada por $P_n = | C_n |^2$.

6. De la no conmutación de muchos operadores (como *p y x)* que corresponden a variables que deben ser definidas a la vez en la mecánica clásica, se sigue que no pueden existir funciones de onda que sean al mismo tiempo funciones propias de todos los operadores que son significativos para un problema físico dado. Esto supone que no todos los observables físicamente significativos pueden ser determinados a la vez, y, lo que aún es más importante, que aquellos que no sean

determinados fluctuarán desordenadamente (al azar) en una serie de mediciones de un conjunto representado por la misma función de onda.

2. *Limitaciones al determinismo implícito en la teoría cuántica*

Por los rasgos descritos en el apartado anterior se ve inmediatamente que, según la teoría cuántica, existe una cierta limitación en el grado con que están determinados los resultados de las mediciones *individuales*. Esta limitación se aplica a cualquier medición que dependa apreciablemente de las propiedades cuánticas de la materia. Así, en un conjunto de núcleos radiactivos, la pérdida de cada núcleo se puede detectar *individualmente* por el clic de un contador Geiger. Un estudio más detallado de la mecánica cuántica del problema nos muestra que el operador que corresponde a la medida de la pérdida producida no concuerda con el operador cuya función propia representa lo no desintegrado. De esto se sigue que, si comenzamos con un conjunto de núcleos no desintegrados, representado por la misma función de onda, cada núcleo individual tendrá pérdidas en un tiempo impredecible. Este tiempo variará de un núcleo a otro de un modo desordenado, mientras que sólo la fracción promedio que de pérdida en un intervalo de tiempo dado se puede predecir aproximadamente mediante la función de onda. Cuando se comparan estas predicciones con el experimento, se descubre que existe una distribución al azar de clics del contador Geiger, agrupados con una distribución regular como promedio que obedece a las leyes de probabilidad de la teoría cuántica.

3. *Sobre la interpretación del indeterminismo en la teoría cuántica*

Dado que la teoría cuántica concuerda con la experimentación en un campo tan amplio (incluyendo el problema tratado en el apartado anterior como un caso especial pero típico), es evidente que las características indeterministas de la mecánica cuántica son, en cierto modo, un reflejo del comportamiento real de la materia en los campos atómico y nuclear; pero aquí surge precisamente la cuestión de cómo interpretar este indeterminismo.

Para clarificar el significado de esta cuestión, consideraremos algunos problemas análogos. Así, es bien conocido que las compañías de seguros operan basándose en ciertas leyes estadísticas que predicen, con un alto grado de aproximación, el número promedio de gente de una cierta edad, talla, peso, etcétera, que morirá de determinada enfermedad durante un período especificado de tiempo. Esto es posible aunque no puedan predecir la fecha exacta de la muerte del beneficiario de una póliza, e incluso estas muertes están distribuidas al azar de un modo que no tiene relación basada en ley alguna con los datos que puede obtener la compañía de seguros. No obstante, los hechos con los que operan estas leyes estadísticas no prevén, al mismo tiempo, la actuación de leyes individuales que determinarían con más detalle las condiciones precisas de la muerte de cada beneficiario de una póliza (por ejemplo, un hombre puede cruzar una carretera en un momento determinado y ser atropellado por un automóvil, puede estar expuesto a los microbios de una enfermedad mientras se encuentra en estado de debilidad, etcétera), aunque, cuando un mismo resultado (la muerte) puede producirse por un gran número de causas esencialmente independientes, no hay razón por la cual estas causas no pudieran estar distribuidas del mismo modo que en las leyes estadísticas en un conjunto amplio.

La importancia de estas consideraciones es bastante evidente. Así, en el campo de la investigación médica, el resultado de una ley estadística nunca se considera como una razón que impida la investigación de leyes individuales más detalladas (por ejemplo, para saber qué es lo que ha hecho que un individuo dado muera en un momento determinado, etcétera).

De un modo parecido, en el campo de la física, cuando se descubrió que las esporas y las partículas de humo estaban dotadas de un movimiento aleatorio que obedecía a ciertas leyes estadísticas (el movimiento browniano), se supuso que éste se debía a los impactos entre miríadas de moléculas que obedecían a leyes individuales más profundas. Se vio, pues, que las leyes estadísticas generales eran compatibles con la posibilidad de leyes individuales más profundas que predijeran, como en el caso de las estadísticas de seguros, el comportamiento resultante de una partícula browniana individual, determinado por un número muy grande de factores esencialmente independientes. O, para expresar el caso de un modo más general: *el desorden del comportamiento individual en el contexto de una ley estadística dada es, en general, compatible con la noción de leyes individuales más detalladas, aplicables a un contexto más amplio.*

A la vista de la discusión precedente parece claro que, al menos al encarar la cuestión, podemos considerar la hipótesis de que los resultados de unas mediciones mecánico-cuánticas individuales están determinados por una multitud de factores nuevos diferentes, ajenos al contexto de los que pueden entrar en la teoría cuántica. Estos factores se representarían matemáticamente por un nuevo conjunto de variables que describirían los estados de nuevas clases de entidades que existirían en un nivel subcuántico más profundo, y que obedecerían a nuevos tipos cualitativos de leyes individuales. Tales entidades y sus leyes constituirían, pues, un nuevo aspecto de la naturaleza, un aspecto que, por ahora, está «oculto». Porque así también los

átomos, propuestos al principio para explicar el movimiento browniano y sus regularidades a gran escala, estuvieron originalmente «ocultos» de un modo similar, y solamente se revelaron con detalle más tarde, por medio de experimentos de otras clases (por ejemplo, contadores Geiger, cámaras de niebla, etcétera) que eran sensibles a las propiedades de los átomos individuales. También cabría suponer de un modo parecido que las variables que describen las entidades subcuánticas se revelarán con detalle cuando hayamos vuelto a descubrir otras clases de experimentos que tal vez sean tan diferentes de los utilizados corrientemente en la actualidad como éstos lo son de los que nos revelan las leyes del nivel a gran escala (por ejemplo, las mediciones de temperatura, presión, etcétera).

Debemos declarar en este punto que, como es bien sabido, la mayoría de los modernos físicos teóricos[3] ha rechazado cualquier sugerencia del tipo que acabamos de describir. Principalmente lo hacen basándose en la conclusión de que las leyes estadísticas de la teoría cuántica son incompatibles con la posibilidad de leyes más profundas. En otras palabras, mientras reconocen en general que algunas leyes estadísticas son compatibles con la admisión de otras leyes individuales que operan en un contexto más amplio, niegan que la mecánica cuántica pueda ser considerada satisfactoriamente como una de estas leyes. Se considera así que las características estadísticas de la teoría cuántica representan una especie de desorden irreductible de los fenómenos *individuales* en el dominio cuántico. Todas las leyes individuales (por ejemplo, las de la mecánica clásica) se consideran, pues, como casos límite de las leyes de la probabilidad de la teoría cuántica, válidas aproximativamente para sistemas que afectan a grandes números de moléculas.

4. Argumentos a favor de la interpretación del indeterminismo mecánico cuántico como desorden irreducible

Consideraremos ahora los principales argumentos en los que se basa la conclusión de que el indeterminismo mecánico-cuántico representa una especie de desorden irreductible.

4.1 Principio de indeterminación de Heisenberg

Comenzaremos con una discusión del principio de indeterminación de Heisenberg. Este muestra que, incluso si uno supone que las variables físicamente significativas existen en realidad con valores exactamente definidos (como lo requiere la mecánica clásica), nunca podremos medirlas simultáneamente, porque la interacción entre los aparatos de observación y lo que está siendo observado implica siempre un intercambio de uno o más cuantos indivisibles que fluctúan incontrolablemente. Por ejemplo, si se intenta medir la coordenada x y el momento asociado p de una partícula, la partícula queda perturbada de tal modo que la máxima precisión de la determinación simultánea de ambas mediciones vendrá dada por la bien conocida relación *Ap A x ^ h.* De lo que resulta que, aunque hubiera leyes subcuánticas más profundas que determinaran el comportamiento preciso de un electrón individual, no podríamos verificar en absoluto, mediante ninguna clase concebible de medición, que estas leyes estaban actuando realmente. De lo cual se concluye que la noción de un nivel subcuántico sería «metafísica», es decir, que estaría vacía de contenido experimental real. Heisenberg argumenta que es deseable formular leyes físicas con el menor número posible de tales nociones, ya que no añaden nada a las predicciones físicas de la teoría, mientras complican su expresión de un modo irrelevante.

4.2 Argumentos de Von Neumann contra las variables ocultas

El siguiente de los argumentos principales contra las variables ocultas, es decir, el de Von Neumann, lo presentamos aquí de una forma simplificada.

De los postulados (4), (5) y (6) del apartado 1 se sigue que una función de onda no puede describir un estado en el que *todas* las cantidades significativas están «no dispersadas» (es decir, exactamente definidas y exentas de fluctuación estadística). Así, si una variable dada (digamos *p)* está suficientemente bien definida, la variable conjugada *(x)* deberá fluctuar con gran amplitud. Supongamos que, cuando el sistema se halla en tal estado, hay variables ocultas en un nivel más profundo y que determinan precisamente cuánto va a fluctuar *x* en cada caso. Naturalmente, no necesitaríamos determinar los valores de estas variables ocultas y, en el conjunto estadístico de mediciones de JC, obtendríamos las mismas fluctuaciones que habría predicho la teoría cuántica. Sin embargo, cada caso que nos diera un cierto valor de *x* pertenecería a cierto conjunto de valores de las variables ocultas y, en consecuencia, el conjunto podría considerarse como formado por un conjunto correspondiente de subconjuntos distintos y bien definidos.

Von Neumann argumentaba que un grupo de subconjuntos distintos y claramente definidos no son compatibles con otras características esenciales de la teoría cuántica, es decir, las asociadas con la *interferencia* entre partes de la función de onda correspondientes a los diferentes valores de *x.* Para demostrar esta interferencia, nos abstendremos de medir *x* y, en cambio, realizaremos una tercera clase de medición, la cual determina un observable que es sensible a la forma de la función de onda en una amplia región del espacio. Por ejemplo, podremos pasar las partículas a través de un enrejado y medir su pauta de difusión. (Así, Von Neumann[4] discutió el caso de un observable correspondiente a una suma de dos o más operadores no conmutables, pero es evidente que, en un experimento de interferencia, comprobamos físicamente un ejemplo de un observable así, ya que el resultado final determina un complejo de combinaciones de posición y momento de los operadores del sistema observado.)

Es bien conocido que en tal experimento también se obtiene una pauta estadística de interferencia, incluso si pasamos las partículas a través del aparato con intervalos lo suficientemente separados como para que cada partícula entre separada e independientemente de todas las demás. Pero, si la totalidad del conjunto de tales partículas se dividiera en subconjuntos, correspondiendo cada uno de ellos al electrón que incide sobre el enrejado con un definido valor de *x,* entonces el comportamiento estadístico de cada subconjunto vendría representado por un estado correspondiente a la función Delta del punto en cuestión. De lo cual se deduce que un subconjunto único no puede tener interferencias que representen las contribuciones de diferentes partes del enrejado. Porque, si los electrones entran separada e independientemente, tampoco será posible una interferencia entre los diferentes subconjuntos que corresponden a sus diferentes posiciones. Así demostramos que la noción de variables ocultas no es compatible con las propiedades de interferencia de la materia que se han observado experimentalmente y son consecuencia necesaria de la teoría cuántica.

Von Neumann generalizó este argumento y lo hizo más preciso, llegando esencialmente al mismo resultado. En otras palabras, concluyó que no había nada (ni siquiera las hipotéticas variables ocultas) que pudiera suponerse con fundamento que determinara previamente los resultados de una medición individual con más detalle de lo que era posible según la teoría cuántica.

4.3 La paradoja de Einstein, Rosen y Podolsky

El tercer argumento importante contra las variables ocultas está estrechamente relacionado con el análisis de la paradoja de Einstein y otros.[5] Esta paradoja surgió del punto de vista, extendido al principio de manera general, de considerar que el principio de indeterminación no era *nada más que* una expresión del hecho de que en cada proceso de medición hay una perturbación mínima impredecible e incontrolable. Así, Einstein, Rosen y Podolsky sugirieron un experimento hipotético,

mediante el cual se podría ver la inconsistencia de la interpretación anterior del principio de Heisenberg.

Expondremos aquí una forma simplificada de este experimento.[6] Consideremos una molécula de *spin* total cero, consistente en dos átomos de *spin h/2.* Desintegremos esta molécula por un procedimiento que no influya en el *spin* de otro átomo. El *spin* total seguirá siendo, cero, aunque los átomos hayan desaparecido y ya no interactúen apreciablemente.

Ahora, si medimos cada componente del *spin* de uno de los átomos (llamémosle A), y ya que el *spin* total es cero, concluiremos que este mismo componente del *spin*, del otro átomo (B), es precisamente su opuesto. Por tanto, al medir cada componente del *spin* del átomo A, podremos obtener este componente del *spin* del átomo B, *sin que interactúe con el átomo B de ninguna manera.*

Si se tratase de un sistema clásico, no habría dificultad alguna de interpretación, porque cada componente del *spin* de cada átomo estaría siempre bien definido y permanecería siempre opuesto en valor al mismo componente del *spin* del átomo opuesto. Así, ambos *spins* estarían correlacionados, y esto nos permitiría conocer el *spin* del átomo B cuando midiéramos el de A.

Sin embargo, en la teoría cuántica tenemos el hecho adicional de que solamente uno de los componentes del *spin* puede ser definido exactamente cada vez, mientras que los otros dos quedan sujetos a fluctuaciones al azar. Si queremos interpretar las fluctuaciones como el resultado de perturbaciones debidas a los aparatos de medición, podemos hacerlo para el átomo A, que es el que estamos observando directamente, pero ¿cómo «sabe» el átomo B, que ni interactúa en modo alguno con el átomo A, ni con el aparato de observación, en qué dirección debe permitir que fluctúe al azar su propio *spin!* El problema hará más difícil si consideramos que, mientras los átomos están todavía en su trayectoria, nosotros podemos reorientar el aparato de observación arbitrariamente, y medir así el *spin* del átomo A en cualquier otra dirección. Este cambio se transmite de algún modo *inmediatamente* al átomo B, el cual responde según este cambio. Esto nos lleva a contradecir uno de los principios básicos de la teoría de la relatividad, que declara que ninguna influencia física puede propagarse más rápidamente que la luz.

Lo que acabamos de describir, no sólo demuestra que es inconsistente la idea de que el principio de indeterminación sólo es la consecuencia de una perturbación del aparato de medida; nos presenta también ciertas dificultades reales si queremos comprender el comportamiento mecánico cuántico de la materia en un nivel más profundo de ley individual que actúe en el contexto de un conjunto de variables ocultas.

Sin embargo, si existen tales variables ocultas, tal vez puedan ser responsables de una interacción «oculta» entre el átomo B y el átomo A, o entre el átomo B y el aparato que mide el *spin* del átomo A. Esta interacción, que estaría fuera y por encima de las que se tienen en cuenta explícitamente en la teoría cuántica, podría explicar, en principio, cómo «sabe» el átomo B qué propiedad del átomo A está siendo medida. Pero sigue existiendo la dificultad de explicar esta correlación en el caso de que reorientemos el aparato mientras los átomos siguen en su trayectoria, ya que tendríamos que admitir entonces que esta interacción se transmite a través del espacio a una velocidad superior a la de la luz. Así, éste es un aspecto del problema que debe tratar de resolver de un modo satisfactorio cualquier teoría aceptable acerca de las variables ocultas.

5. *Solución de Bohr a la paradoja de Eistein, Rosen y Podolsky: la indivisibilidad de todos los procesos materiales*

La paradoja de Einstein, Rosen y Podolsky fue resuelta por Niels Bohr de un modo que mantenía la idea de indeterminismo, en la teoría cuántica, como una especie de desorden irreductible en la naturaleza.[7] Para ello se basó en la *indivisibilidad* de un cuanto. Argumentó que, en el dominio cuántico, el procedimiento con el que analizamos los sistemas clásicos de partes que interactúan fracasa porque, de cualquier modo que se combinen dos entidades para formar un solo sistema (incluso aunque sólo sea durante un período limitado de tiempo), el proceso por el cual lo hacen no puede dividirse. Aquí estamos, por tanto, frente a un colapso de nuestras ideas habituales sobre la posibilidad de analizar indefinidamente cualquier proceso en varias partes localizadas en regiones definidas del espacio y del tiempo. Sólo en el límite clásico, cuando están involucrados muchos cuantos, se pueden despreciar los efectos de esta indivisibilidad, y solamente allí pueden aplicarse los conceptos acostumbrados de la posibilidad de analizar *detalladamente* un proceso físico.

Para tratar con esta nueva propiedad de la materia en el dominio cuántico, Bohr propuso que se comenzara en el nivel clásico, el que es inmediatamente accesible a la observación. Los diferentes acontecimientos que tienen lugar en este nivel pueden describirse adecuadamente mediante nuestros conceptos generales acostumbrados, que suponen una posibilidad indefinida de análisis. Entonces encontramos que, hasta cierto grado de aproximación, estos acontecimientos se relacionan mediante un conjunto definido de leyes, es decir, las leyes de Newton sobre el movimiento, que, en principio, determinarían el curso futuro de estos acontecimientos según sus características en un tiempo dado.

Ahora llega el punto esencial. Para dar a las leyes clásicas un contenido experimental real, debemos determinar los momentos y posiciones de todas las partes relevantes del sistema que consideramos. Esta determinación requiere que el sistema considerado esté conectado a un aparato que produzca algún resultado observable a gran escala, correlacionado de forma definida con el estado del sistema considerado. Pero, para satisfacer el requisito de que nosotros podamos conocer el estado del sistema observado, mientras observamos el del aparato de gran escala, al menos debe ser posible, en principio, que distingamos entre los dos sistemas mediante un análisis conceptual adecuado, incluso aunque ambos estén conectados y con cierto tipo de interacción. Sin embargo, en el dominio cuántico, tal análisis no puede prolongarse correctamente durante mucho tiempo. Por consiguiente, debemos considerar lo que previamente hemos llamado el «sistema combinado» como una *situación experimental* única, indivisible y global. El resultado de la operación de todo el sistema experimental no nos hablará del sistema que queremos observar, sino más bien sólo acerca de sí mismo como un todo.

La discusión anterior acerca del significado de una medición nos lleva, pues, directamente, a una interpretación de las relaciones de la indeterminación de Heisenberg. Como demuestra un sencillo análisis, la imposibilidad de definir teóricamente dos observables no conmutados mediante una única función de onda se empareja exactamente, en todos sus detalles, con la imposibilidad de la operación simultánea de dos conjuntos globales que permitan la determinación experimental de estas dos variables. Esto sugiere que la no conmutatividad de dos operadores debe interpretarse como una representación matemática de la incompatibilidad de las disposiciones de los aparatos que se necesitan para definir experimentalmente las cantidades correspondientes.

Está claro que, en el campo de la física clásica, es esencial que pares de variables canónicamente conjugadas, de la especie descrita, puedan ser definidas conjuntamente. Cada elemento del par describe un aspecto necesario de todo el

sistema, un aspecto que debe combinarse con el otro si se quiere definir de un modo único y no ambiguo el estado físico del sistema. Sin embargo, en el dominio cuántico, cada elemento de este par sólo puede ser definido con más precisión, como ya hemos visto, en una situación experimental en la que el otro debe hacerse menos definido. En cierto sentido, cada una de las variables se opone, pues, a la otra. Sin embargo, siguen siendo «complementarias», porque cada una de ellas describe un aspecto esencial del sistema que la otra ignora. Ambas variables deben, por tanto, seguir utilizándose a la vez, pero ahora sólo pueden ser definidas dentro de los límites establecidos por el principio de Heisenberg. De esto se deduce que tales variables no pueden seguir dándonos un concepto definido, único y no ambiguo de la materia en el dominio cuántico. Este concepto sólo pueden darlo, con la adecuada aproximación, en el de la física clásica.

Si no existe un concepto definido de la materia en el dominio cuántico, ¿cuál es, pues, el significado de la teoría cuántica? Según el punto de vista de Bohr, es precisamente una «generalización» de la mecánica clásica. En vez de relacionar los fenómenos observables clásicos con las ecuaciones de Newton, que son un conjunto de leyes completamente deterministas e indefinidamente analizables, relaciona estos mismos fenómenos con la teoría cuántica, que proporciona un conjunto de leyes probabilísticas que no permiten el análisis indefinido y en detalle de los fenómenos. Los mismos conceptos (por ejemplo, posición y momento) aparecen tanto en la teoría clásica como en la cuántica. En ambas teorías, todos los conceptos obtienen su contenido experimental del mismo modo, es decir, por su modo de estar relacionados con un sistema específico experimental que implica fenómenos observables a gran escala. La única diferencia entre la teoría clásica y la cuántica es que implican la utilización de diferentes clases de leyes para relacionar los conceptos.

Es evidente que, según la interpretación de Bohr, nada puede medirse en el dominio cuántico. Ciertamente, bajo este punto de vista no puede haber nada que medir aquí, porque todos los conceptos «no ambiguos» que pudiéramos usar para describir, definir y pensar acerca de los resultados de tal medición son del exclusivo dominio de la física clásica. De aquí que no se pueda hablar de la «perturbación» debida a una medición cuando, en primer lugar, no tiene significado alguno el suponer que exista algo que pueda ser perturbado.

Está claro ahora que la paradoja de Einstein, Rosen y Podolsky no puede producirse, porque la idea de que exista en realidad alguna clase de molécula, que primero se combinara y más tarde «se desintegrara», y que fuera «perturbada» por el aparato para «medir su *spin*», tampoco tendría sentido alguno. Estas ideas no deberán ser consideradas más que como términos pintorescos que es conveniente usar para describir la totalidad del sistema experimental por el cual observamos ciertos pares de acontecimientos clásicos (por ejemplo, dos aparatos para «medir el *spin*» paralelos, a ambos lados de la «molécula», registrarán siempre resultados opuestos).

Por mucho que nos esforcemos en contar las probabilidades de tales parejas de acontecimientos, ya no obtendremos paradojas similares a la descrita. En este recuento habrá que considerar la función de onda como un símbolo matemático que nos ayudará a calcular las relaciones correctas entre los acontecimientos clásicos, ya que se ha trabajado de acuerdo con una cierta técnica, pero este símbolo no tendrá ningún otro significado.

Es evidente, pues, que el punto de vista de Bohr nos lleva necesariamente a interpretar las características indeterministas de la teoría cuántica como representativas de un desorden irreductible, porque, a causa de la indivisibilidad del programa experimental como un todo, no hay lugar en el esquema conceptual para la admisión de factores causales que sean más precisos y detallados de lo que permiten las relaciones de Heisenberg. Esta característica se revela, pues, como una

irreductible fluctuación al azar en el detalle de las propiedades de los fenómenos individuales a gran escala; una fluctuación, sin embargo, que aún satisface las leyes estadísticas de la teoría cuántica. El rechazo de las variables ocultas por parte de Bohr se basa, pues, en una revisión muy radical de lo que se supone que debe significar una teoría física, una revisión que, a su vez, procede del papel fundamental que él asigna a la indivisibilidad del cuanto.

6. Interpretación preliminar de la teoría cuántica en términos de variables ocultas

En este apartado bosquejaremos las nociones generales de ciertas propuestas para una interpretación específicamente nueva de la teoría cuántica, que incluya las variables ocultas. Al principio debemos poner de relieve que estas propuestas son sólo preliminares en su formulación. Su fin principal es doble: primero, puntualizar en términos relativamente concretos el significado de algunas de nuestras respuestas a los argumentos contra las variables ocultas que hemos resumido en los apartados anteriores, y segundo, que sirvan como un punto de partida definido para desarrollar después, con más detalle, la teoría que se discutirá en los últimos apartados de este capítulo.

Las primeras sugerencias sistemáticas para interpretar la teoría cuántica en términos de variables ocultas, las hizo el autor.[8] Basándose, en primer lugar, en una amplificación y perfeccionamiento de ciertas ideas originalmente expuestas por De Broglie[9], esta interpretación nueva se perfeccionó en un trabajo posterior que hizo el autor juntamente con Vigier.[10] Tras un desarrollo adicional, finalmente tomó una forma cuyos puntos principales resumimos como sigue:[11]

1. Se supone que la función de onda y representa un campo real objetivo, y no precisamente un símbolo matemático.

2. Suponemos que existe, además del campo, una partícula representada matemáticamente por un juego de coordenadas que siempre están bien definidas y que varían de un modo definido.

3. Admitimos que la velocidad de esta partícula viene dada por

V = *VS m*

(i)

en donde *m* es la masa de la partícula, y *S* es una función de fase obtenida al definir la función de onda como \|/ = $Re^{iS/h}$, con *R* y *S* reales.

4. Suponemos que la partícula está dotada no sólo del potencial clásico ^(x), sino también de un «cuanto potencial» adicional,

U = *h*2 *V*2*R 2m R*

(2)

5. Finalmente, suponemos que el campo v|/ está realmente en un estado de fluctuación caótica muy rápida, de modo que los valores usados en la teoría cuántica son una especie de promedio sobre un característico intervalo de tiempo, x. (Este intervalo de tiempo debe ser largo comparado con el período medio de fluctuaciones descrito, pero corto comparado con los de los procesos de la mecánica cuántica.) Las fluctuaciones del campo v|/ pueden ser consideradas como procedentes de un nivel subcuántico más profundo, de un modo muy similar a la manera en que las fluctuaciones en el movimiento browniano de una gotita microscópica de líquido proceden de un nivel atómico más profundo. Así, al igual que las leyes de Newton determinarán el comportamiento medio de esta gotita, la ecuación de Schrodinger determinará el comportamiento medio del campo y.

Sobre la base de los postulados anteriores podemos demostrar ahora un importante teorema porque, si el campo \|/ fluctúa, entonces la ecuación (1) implica que las fluctuaciones correspondientes serán comunicadas a la partícula en movimiento por

el cuanto potencial fluctuante (2). Así, la partícula no seguirá una trayectoria completamente regular, y producirá un rastro parecido al que se despliega en la acostumbrada partícula con movimiento browniano. En este rastro habrá una cierta velocidad *promedio* dada por un promedio de la ecuación (1) sobre las fluctuaciones de campo producidas durante el intervalo característico i. Después, basándonos en ciertos supuestos muy generales y razonables, referentes a las fluctuaciones, que están escritos con detalle en otro lugar,[12] podremos demostrar que, en sus movimientos al azar, la partícula invertirá la fracción promedio de su tiempo en el volumen elemento, *dV*, de *P*= \|*y*\|[2]*dV*.

(3)

Así, el campo i|/ se interpreta principalmente como determinante del movimiento (1) y del «cuanto potencial» (2). El hecho de que también determine la acostumbrada expresión de la densidad de probabilidad es una consecuencia de ciertos supuestos aleatorios en las fluctuaciones de vj/.

Se ha demostrado[13] que estas teorías predicen resultados físicos idénticos a los que predice la interpretación acostumbrada de la teoría cuántica, pero lo consigue así con la ayuda de supuestos muy diferentes que se refieren a la existencia de un nivel más profundo de ley individual.

Para ilustrar las diferencias esenciales entre ambos puntos de vista, consideremos un experimento de interferencia en el cual inciden electrones de momentos definidos sobre un enrejado. La función de onda asociada es difractada por el enrejado en direcciones relativamente definidas, y así se obtiene un «patrón de interferencia» de un conjunto estadístico de electrones que han atravesado el sistema.

Como vimos en apartados anteriores, el punto de vista habitual no nos permite analizar con detalle este proceso, ni siquiera conceptualmente; ni nos permite tampoco considerar los lugares a los que llegarán los electrones individuales como determinados previamente por las variables ocultas. Pero creemos que cabe analizar este proceso con la ayuda de un nuevo modelo conceptual. Este modelo se basa, como ya hemos visto, en el supuesto de que existe una partícula que sigue un rastro definido pero fluctuante al azar y cuyo comportamiento depende en gran medida de un campo y objetivamente real, también fluctuante al azar, y que, en su promedio, satisface la ecuación de Schrodinger. Cuando el campo y atraviesa el enrejado, se difracta de un modo muy parecido a como se difractarían otros campos (por ejemplo, el electromagnético). De ello se deduce que habrá un patrón de interferencia en la última intensidad del campo y que reflejará la estructura del enrejado. Pero el comportamiento del campo y refleja también las variables ocultas en el nivel subcuántico que determinan los detalles de sus fluctuaciones en torno a su valor promedio, obtenido al resolver la ecuación de Schrodinger. Así, por fin, el lugar al que llegará cada partícula quedará determinado en principio por una combinación de factores en la que se incluye la posición inicial de la partícula, la forma inicial de su campo y, los cambios sistemáticos del campo y debidos al enrejado y los cambios al azar de este campo originados en el nivel subcuántico. En un conjunto estadístico de casos que tengan la misma función de onda inicial promedio, las fluctuaciones del campo y producirán, como se ha demostrado,[14] precisamente el mismo patrón de interferencia que predeciría la interpretación habitual de la teoría cuántica.

Llegados a este punto, debemos preguntarnos cómo hemos podido llegar a un resultado opuesto al que dedujo Von Neumann (apartado 4.2). La respuesta la hallamos en cierto supuesto innecesariamente restrictivo de los argumentos de éste. Neumann supone que las partículas que llegan al enrejado en una posición *x* dada (previamente determinada por la variable oculta) deben pertenecer a un subconjunto que tiene las mismas propiedades estadísticas que un conjunto de partículas cuya posición, JC, ha sido medida realmente (y cuyas funciones, por ello, son todas una correspondiente función delta de posición). Pero ahora sabemos bien que, si hubiese

que medir la posición de cada electrón cuando atraviesa el enrejado, no se obtendría interferencia alguna (por la perturbación debida a la medición que causa el sistema al dividir en conjuntos no interfirientes representados por las funciones delta, según se discutió en el apartado 4.2). Aquí, el proceder de Von Neumann es equivalente a suponer implícitamente que *todos* los factores (como las variables ocultas) que determinan previamente *x* deben destruir la interferencia del mismo modo que se destruye en una medición de la coordenada *x*.
En nuestro modelo vamos más allá de esta suposición implícita al admitir desde el principio que el electrón tiene más propiedades que las que pueden describirse según los llamados «observables» de la teoría cuántica. Así, como ya hemos visto, tiene una posición, un momento, un campo de onda \j/, y fluctuaciones subcuánticas, todo lo cual se combina para determinar el comportamiento detallado de cada sistema individual con el paso del tiempo. De ello se deduce que la teoría tiene espacio para albergar la diferencia entre un experimento en el cual los electrones atraviesan el enrejado sin ser perturbados por nada, y otro en el que son perturbados por el aparato que mide su posición. Ambos conjuntos de condiciones experimentales nos llevarán a campos \|/ muy diferentes y, sin embargo, en ambos casos las partículas golpearán el enrejado en la misma posición. Las diferencias en el comportamiento subsecuente del electrón (es decir, interferencia en un caso, y no en el otro) procederán, por tanto, de los diferentes campos v|/ que existen en ambos casos.
Resumiendo, no necesitamos limitarnos a los supuestos de Von Neumann de que los subconjuntos sólo deben clasificarse según los valores de los «observables» de la mecánica cuántica. Antes bien, tal clasificación debe incluir también otras propiedades internas, «escondidas» por ahora, y que pueden influir más tarde en el comportamiento directamente observable del sistema (como en el ejemplo que hemos discutido).
Finalmente podemos estudiar de un modo parecido cómo se tratan otros problemas característicos, según nuestra nueva interpretación de la teoría cuántica (por ejemplo, la relación de indeterminación de Heisenberg, y la paradoja de Einstein, Rosen y Podolsky). En efecto, esto se ha hecho ya con bastante detalle.[15] Sin embargo, diferiremos la discusión sobre estas cuestiones hasta que hayamos desarrollado algunas ideas adicionales, porque nos serán útiles para tratar estos problemas de una manera más simple y clara de lo que antes era posible.

7. *Críticas a nuestra interpretación preliminar de la teoría cuántica en términos de variables ocultas*

La interpretación de la teoría cuántica discutida en el apartado anterior está sujeta a varias críticas serias.
En primer lugar, hay que admitir que la noción de «cuanto potencial» no es completamente satisfactoria, porque, no solamente es bastante extraña y arbitraria en su fórmula propuesta, $U =$ *(h2l2m) (V2RIR)*, sino también porque (a diferencia de otros campos, como el electromagnético) no tiene fuente visible. Esta crítica no invalida en modo alguno la teoría como estructura lógica consistente en sí misma, pero ataca su plausibilidad. Sin embargo, es evidente que no podemos quedar satisfechos aceptando así este potencial en una teoría definitiva. Más bien lo consideraremos, como mucho, una representación esquemática de cierta idea física más plausible que esperamos adelantar más tarde, cuando hayamos desarrollado más la teoría.
Segundo, en el problema de varios cuerpos, hemos tenido que introducir un campo \|/ multidimensional [\j/ *(x í*, JK2, ..., *xn*, ..., x/V)] y un cuanto potencial correspondiente multidimensional
U = ¡Síh h2 2m N

I

I = I

Vi *R*

R

con VJ/ = *Re* como en el caso de un solo cuerpo. El momento de cada partícula viene, pues, dado por

p¡ =

(4)

Todas estas nociones tienen una lógica bastante consistente. Pero tenemos que admitir que son de difícil comprensión desde el punto de vista físico. Como mucho, habrá que considerarlas, al igual que el cuanto potencial mismo, como representaciones esquemáticas o preliminares de ciertos rasgos de algunas ideas físicas más plausibles, que obtendremos después.

Tercero, las críticas han combatido esta interpretación de que los valores precisos del campo \j/ fluctuante y de las partículas coordinadas carecen de contenido físico real. La teoría se ha elaborado de tal modo que los resultados observables a gran escala de cualquier medición posible son idénticos a los que predice la teoría cuántica corriente. En otras palabras, según los resultados experimentales, no se puede encontrar evidencia de que existan las variables ocultas, ni tampoco esta teoría permite que la definamos como suficiente para predecir cualquier resultado con más exactitud de lo que lo hace la teoría cuántica corriente.

La respuesta a estas críticas debemos considerarla en dos contextos. Primero, debemos tener presente que, antes de que se hiciera esta propuesta, había existido la impresión generalizada de que absolutamente ningún concepto de variables ocultas, aunque fueran abstractas e hipotéticas, podría ser compatible de un modo coherente con la teoría cuántica. Probar la imposibilidad de tal concepto fue el objetivo básico del teorema de Von Neumann. Así, en muchas ocasiones ha surgido ya la cuestión, de un modo abstracto, en ciertos aspectos de las formulaciones que sostiene comúnmente la interpretación habitual de la teoría cuántica. Por esta razón, el mostrar que había sido un error el rechazar las variables ocultas porque no podían ser imaginadas, fue suficiente para que se propusiera cualquier teoría consistente que explicara la mecánica cuántica por medio de las variables ocultas, sin importar lo abstractas o hipotéticas que éstas fueran. Así, la existencia incluso de una sola teoría consistente sobre este tema demuestra que, sean los que fueren los argumentos que puedan esgrimirse contra las variables ocultas, ya no se podrá volver a decir que son inconcebibles. Desde luego, la teoría específica que se propuso no era satisfactoria por razones de física general, pero, si una teoría así es posible, otras teorías mejores podrán también ser posibles, y la consecuencia natural de este argumento es: «¿Por qué no intentamos encontrarlas?»

Segundo, al responder con amplitud a las críticas que dicen que estas ideas son puramente hipotéticas, advertimos que la estructura lógica de la teoría permite modificarla de tal modo que deja de ser igual al contenido experimental de la mecánica cuántica corriente. De ello resulta que los detalles de las variables ocultas (por ejemplo, las fluctuaciones del campo \}/ y las de las posiciones de las partículas) pueden hacerse patentes en nuevos resultados experimentales no predichos por la teoría cuántica, tal como ahora está formulada.

Llegados a este punto, tal vez podría surgir la cuestión de hasta dónde es posible que se den estos resultados. Después de todo, el sistema general de la teoría cuántica, ¿no se ajusta ya a todos los resultados conocidos experimentalmente? Y, si es así, ¿cómo podría haber otros?

Respondiendo a esta cuestión, apuntaremos primero que, aunque existieran experimentos no conocidos que el sistema teórico de la mecánica cuántica no

pudiera tratar satisfactoriamente, siempre quedaría abierta la posibilidad de nuevos resultados experimentales que no se ajustaran a este sistema. Todos los experimentos se realizan así en un campo limitado e, incluso en este campo, solamente hasta un grado limitado de aproximación. Hablando, pues, lógicamente, el espacio queda siempre abierto a la posibilidad de que, cuando se hagan los experimentos en campos nuevos y con nuevos grados de aproximación, los resultados que se obtengan no se ajusten completamente al sistema de las teorías corrientes.

La física se ha desarrollado frecuentemente según este camino. Así, la mecánica newtoniana, que al principio se pensó que iba a ser de una validez universal, se encontró a la larga que sólo era válida en un campo limitado (velocidad pequeña comparada con la de la luz), y solamente hasta un grado limitado de aproximación. La mecánica newtoniana tuvo que cederle el paso a la teoría de la relatividad, que utilizaba unos conceptos básicos relativos al espacio y al tiempo que, en muchos aspectos, no eran compatibles con los suyos. Así, la nueva teoría fue, en ciertos rasgos esenciales, cualitativa y fundamentalmente distinta de la antigua. Sin embargo, en el campo de las bajas velocidades, Ja nueva teoría admitía la antigua como un caso límite. De un modo parecido, la mecánica clásica terminó por ceder el paso a la teoría cuántica, la cual es muy diferente en su estructura básica, pero que aún contiene a la teoría clásica como un caso límite, válido aproximadamente en el campo de los grandes números cuánticos. La concordancia con los experimentos en un campo limitado y hasta un grado limitado de aproximación no es, evidentemente, una prueba suficiente de que los conceptos básicos de una teoría dada tengan una validez universal.

Por lo discutido hasta ahora vemos que la evidencia experimental, tomada por sí misma, deja siempre abierta la posibilidad de que exista una teoría de variables ocultas que produzca resultados diferentes de los que son propios de la teoría cuántica, en campos nuevos (e incluso en los antiguos, cuando los experimentos se llevan hasta un grado suficiente de aproximación). Ahora debemos tener algunas ideas más definidas sobre cuáles son los campos en los cuales esperamos que los resultados sean nuevos, y cuáles son precisamente los métodos en los que deberán serlo.

Aquí esperamos obtener algunas claves al considerar los problemas de un campo en donde las teorías habituales no suelen producir resultados satisfactorios, es decir, el que se refiere a las energías muy altas y a las distancias muy cortas. Con respecto a estos problemas, advertimos primero que la teoría actual relativista del campo cuántico se encuentra con arduas dificultades que despiertan serias dudas acerca de su coherencia interna. Están surgiendo dificultades con las divergencias (resultados infinitos) obtenidas al calcular los efectos de la interacción de diferentes clases de partículas y de campos. Es verdad que, para el caso especial de las interacciones electromagnéticas, se pueden evitar estas divergencias hasta cierto punto mediante las llamadas técnicas de «renormalización». Sin embargo, no está nada claro que estas técnicas se sustenten sobre unas bases seguras de lógica matemática.[16] Más aún, para el problema de la interacción mesónica y otras, el método de renormalización no funciona bien ni siquiera cuando lo consideramos como una manipulación puramente técnica de símbolos matemáticos, dejando aparte la cuestión de su justificación lógica. Mientras tanto, hasta ahora no se ha demostrado concluyentcemente que las infinidades aludidas más arriba sean características esenciales de la teoría, aunque existe gran cantidad de indicios en favor de esta conclusión.[17]

Generalmente hay acuerdo en que si, como parece bastante plausible, la teoría no converge, habrá que introducir algún cambio fundamental en su modo de tratar las interacciones en distancias muy cortas, en cuyo campo surgen toda clase de dificultades (como puede verse en un detallado análisis matemático).

La mayor parte de los que proponen la interpretación habitual de la teoría cuántica no niegan que parecen necesarios estos cambios fundamentales en la teoría actual. Algunos de ellos, incluyendo a Heisenberg, están dispuestos a ir tan lejos como para renunciar totalmente a nuestras nociones de un espacio y un tiempo definibles cuando se trata de estas distancias
muy cortas, mientras que numerosos físicos han considerado también la posibilidad de introducir cambios tan fundamentales como éstos en otros principios, como los de la teoría de la relatividad (respecto a la teoría de los campos no locales). Pero aquí parece existir una impresión extendida, casi la certidumbre, de que los principios de la mecánica cuántica no van a cambiar en esencia. En otras palabras, se siente que, por radicales que puedan ser los cambios en las teorías físicas, éstos se cimentarán sobre los principios de la actual teoría cuántica, y tal vez aun los enriquecerán y generalizarán al proporcionarles un nuevo y más amplio campo de aplicación.

Nunca he conseguido descubrir por qué razones bien fundadas existe tal grado de confianza en los principios generales de la formulación corriente de la teoría cuántica. Algunos físicos[18] han sugerido que la tendencia del siglo es la de apartarse del determinismo, y que un paso atrás no resulta muy apropiado. Sin embargo, ésta es una especulación que podría hacerse fácilmente en cualquier período, sobre teorías que hasta entonces hubieran tenido éxito. (Por ejemplo, los físicos clásicos del siglo xix podían haber argumentado, con la misma justificación, que la tendencia de la época era hacia *más* determinismo, mientras que los acontecimientos posteriores demostraron que esta especulación estaba equivocada. Otros han aducido aun una preferencia psicológica por las teorías indeterministas, pero esto puede ser el resultado de que ellos mismos se hayan acostumbrado a tales teorías. Los físicos clásicos del siglo xix habrían expresado seguramente una tendencia psicológica igualmente definida hacia el determinismo.)

Finalmente, hay una creencia muy extendida de que, en realidad, no va a ser posible llevar a cabo el programa que hemos sugerido para desarrollar una teoría de variables ocultas que sería genuinamente diferente, en su contenido experimental, del de la teoría cuántica, y que, sin embargo, concordara con éste en el campo en el cual se sabe que esta teoría es esencialmente correcta. Éste es, en particular, el criterio de Niels Bohr, quien patentizó dudas especialmente serias[19] sobre la *indivisibilidad* del cuanto de acción, aunque después este argumento se confirma o se destruye con la cuestión de si realmente puede producirse una teoría alternativa como la descrita. En el apartado próximo veremos que tal posición no es muy segura.

8. Pasos hacia una teoría más detallada sobre las variables ocultas

Por la discusión del apartado anterior, queda claro que nuestra tarea central será la de desarrollar una nueva teoría de las variables ocultas. Esta teoría deberá ser bastante diferente de la teoría cuántica corriente, tanto en sus conceptos básicos como en su contenido experimental general y, sin embargo, debe ser capaz de producir esencialmente los mismos resultados que los de la teoría corriente, en el campo en el que esta última ha sido verificada y hasta el grado de aproximación a que han llegado las mediciones actuales. La posibilidad de hacer distinciones entre ambas teorías surgirá después en nuevos campos (por ejemplo, en las distancias muy cortas) o en mediciones más cuidadosas que puedan llevarse a cabo en los antiguos campos.

Nuestro punto de partida básico será el de intentar proporcionar una teoría física más concreta que lleve a ideas similares a las discutidas en nuestra interpretación preliminar (apartado 6). Al hacer esto, debemos recordar primero que hemos estado considerando el indeterminismo como una propiedad real y objetiva de la materia, aunque asociado con un contexto limitado dado (en este caso, el de las variables del

nivel mecánico cuántico). Estamos suponiendo que, en un nivel subcuántico más profundo, hay más variables que determinan con más detalle las fluctuaciones de los resultados de las mediciones individuales cuántico mecánicas.

La teoría física existente, ¿nos proporciona algunas indicaciones sobre la naturaleza de estas variables subcuánticas? Para guiarnos en esta búsqueda, comenzaremos por considerar la teoría cuántica corriente en su formulación más desarrollada, a saber, la de la teoría del campo relativista. Según los principios de la teoría corriente, es esencial que cada operador de campo, c()^, sea la función de un punto exactamente definido, x, y que todas las interacciones se den entre campos en el mismo punto. Esto nos lleva a formular nuestras teorías en términos de una innumerable infinidad de variables de campo.

Naturalmente, hay que hacer esta formulación, incluso clásicamente, pero en la física clásica se ha asumido que los campos varían *continuamente*. En consecuencia, se puede reducir de hecho el número de variables hasta un conjunto numerable (por ejemplo, los valores promedio de los campos en regiones muy pequeñas), esencialmente porque los cambios de campo en distancias muy cortas son inapreciablemente pequeños. Sin embargo, como muestra un simple cálculo, esto no es posible en la teoría cuántica, porque, cuanto más cortas se consideren las distancias, más violentas serán las fluctuaciones cuánticas asociadas con la «energía del punto cero» del vacío. Estas fluctuaciones son tan grandes, que la suposición de que los operadores de campo son funciones continuas de posiciones (y de tiempo) no es válida en un sentido estricto.

Incluso en la teoría cuántica habitual, el problema de una infinitud innumerable de variables de campo presenta bastantes dificultades matemáticas básicas, hasta ahora no resueltas. Así, es costumbre tratar con cálculos teóricos de campo a partir de ciertos supuestos referentes al estado «vacío» y, desde ahí, aplicar la teoría de la perturbación. En principio, todavía es posible comenzar con una infinita variedad de supuestos muy diferentes para el estado vacío, que incluyen la asignación de valores definidos a un conjunto de funciones completamente discontinuas de las variables de campo, funciones que «llenan» densamente el espacio y que, sin embargo, dejan un denso conjunto de «agujeros». *Estos nuevos estados no pueden ser alcanzados desde el estado «vacío» original mediante ninguna transformación canónica.*[2]® Desde aquí se llega a teorías que son, en general, diferentes en su contenido físico de las que se obtienen desde el punto de partida original. Es perfectamente posible que, a causa de las divergencias de los resultados en el campo teórico, incluso las técnicas corrientes de renormalización impliquen un estado vacío «infinitamente diferente»; pero aún es más importante subrayar que la reorganización de una innumerable infinidad de variables acostumbra a llevar a una teoría diferente, y que los principios de tal reorganización serán, pues, equivalentes a supuestos básicos sobre nuevas leyes de la naturaleza.

Hasta aquí hemos reducido la discusión a los efectos de la reorganización de una innumerable infinidad de variables dentro del sistema de la teoría cuántica actual, pero obtendremos conclusiones similares incluso en una teoría clásica que incluya una innumerable infinidad de variables. Así, si renunciamos al concepto de la *continuidad* del campo clásico, veremos que hay las mismas posibilidades para obtener con esta reorganización una teoría clásica diferente que las que tiene la teoría cuántica.

Al llegar aquí nos preguntamos si sería posible reorganizar una teoría clásica de campo de tal modo que se hiciera equivalente (al menos con cierta aproximación y dentro de cierto campo) a la moderna teoría del campo cuántico. Para responder a esta pregunta, es evidente que debemos reproducir, desde la ley «determinista» básica de nuestra supuesta infinidad innumerable de las variables de campo «clásicas», las fluctuaciones de los procesos cuánticos, la indivisibilidad del cuanto,

y otras propiedades esenciales mecánico cuánticas, como la interferencia y las correlaciones asociadas con la paradoja de Einstein, Rosen y Podolsky. Con estos problemas nos enfrentaremos en los apartados siguientes.

9. *Tratamiento de las fluctuaciones cuánticas*

Comencemos por suponer alguna teoría de campo «determinista». Sus características precisas no son importantes aquí para nuestros propósitos. Todo lo que importa es suponer las siguientes propiedades:

1. Hay un conjunto de ecuaciones de campo que determinan los cambios del campo con el tiempo.

2. Estas ecuaciones son suficientemente no lineales como para garantizar un acoplamiento significante entre todos los componentes de la onda, para que (excepto tal vez con cierta aproximación) las soluciones no puedan superponerse linealmente.

3. Incluso en el «vacío», el campo está tan excitado, que el promedio del campo en cada región, aunque sea pequeña, fluctúa significativamente con una especie de movimiento turbulento que conduce a un alto grado de azar en las fluctuaciones. *Esta excitación garantiza la discontinuidad de los campos en las regiones más pequeñas.*

4. Lo que acostumbramos a llamar «partículas» son excitaciones relativamente estables y conservadas en la parte superior de este vacío. Tales partículas se registrarán en el nivel de gran escala, en donde todos los aparatos son solamente sensibles a aquellas características del campo que duren largo tiempo, pero no a aquellas que fluctúan rápidamente. Así, el «vacío» no producirá efectos visibles en el nivel de gran escala, ya que sus campos se anulan fuera del promedio, y el espacio estará siempre efectivamente «vacío» para el proceso a gran escala (por ejemplo, como un retículo cristalino perfecto está efectivamente «vacío» para un electrón en la banda más baja, incluso aunque el espacio esté lleno de átomos).

Es evidente que no habrá manera de resolver directamente este conjunto de ecuaciones de campo. La única posibilidad sería la de que intentáramos operar con cierta clase de cantidades de campo *promedio* (tomadas de pequeñas regiones de espacio y tiempo). En general, podríamos esperar que un grupo de tales cantidades promedio *se determinaran a sí mismas,* al menos dentro de cierta aproximación, independientemente de las fluctuaciones infinitamente complejas en el interior de las regiones próximas del espacio.[21] Según la amplitud con que ocurra esto, podremos obtener leyes de campo aproximadas, asociadas a un cierto nivel de tamaño, pero estas leyes no pueden ser exactas, porque la no linealidad de las ecuaciones significa que los campos estarán necesariamente acoplados en cierto modo a las fluctuaciones internas que hemos despreciado. De ello resulta que los campos promedio fluctuarán también al azar en su comportamiento promedio. Habrá un típico ámbito de fluctuación de los campos promedio, determinado por el carácter de **los** movimientos del campo más profundo, de los cuales hemos prescindido. Como en el caso del movimiento browniano de una partícula, esta fluctuación determinará una distribución de probabilidad que da la fracción media del tiempo en el que las variables *ty$_v$ (*\>$_2$ • • •, 4>$_k$ ..., que representan los campos promedio en las regiones 1,2,...,/:, respectivamente, estarán en las series *d* c|>$_{15}$ *d*<\>$_2$... *d*<\>$_k$ ... (Nótese que, en general, *P*es una función multidimensional que puede describir *correlaciones* estadísticas en las distribuciones de campo.)

En resumen, estamos reorganizando la innumerable infinidad de las variables de campo, y estamos tratando explícitamente sólo algunos conjuntos numerables de estas coordenadas reorganizadas. Esto lo hacemos definiendo una serie de niveles mediante campos promedio, cada uno de ellos asociado con una cierta dimensión, sobre la cual se toman los promedios. Este tratamiento solamente puede justificarse

en aquellos casos en los que los conjuntos numerables de variables formen una totalidad que, *dentro de ciertos límites,* determine sus propios movimientos con independencia de los detalles precisos de la infinidad innumerable de coordenadas que se han dejado de tener en cuenta deliberadamente. Esta autodeterminación, sin embargo, nunca es completa, y sus límites básicos vienen definidos por cierto grado mínimo de fluctuación en un ámbito que depende del acoplamiento de las coordenadas de campo en cuestión con las que han sido despreciadas. Así obtenemos una limitación real y objetiva en el grado de *autodeterminación* de un cierto nivel, junto con una función de probabilidad que representa el carácter de las fluctuaciones estadísticas que son responsables de las limitaciones en la autodeterminación que hemos descrito.

10. Principio de indeterminación de Heisenberg

Ahora estamos preparados para demostrar cómo se acomoda el principio de indeterminación de Heisenberg en nuestro esquema general. Lo haremos discutiendo el grado de determinismo asociado a una coordenada de campo de espacio promedio, $(j)_k$, y al correspondiente promedio del momento de campo canónicamente conjugado, TT^.

Simplificando la discusión, supongamos que el momento canónico es proporcional al tiempo derivado de la coordenada de campo, $d(J)_K$ / *d t* (como es el caso para muchos campos, como el electromagnético, el mesónico, etcétera). Cada una de estas coordenadas de campo fluctúa al azar. Esto significa que la derivada de su tiempo instantáneo es infinita (como ocurre también en el caso del movimiento browniano de una partícula). Así deducimos que no hay un modo riguroso de definir tal derivada de un tiempo instantáneo. Antes bien, deberemos discutir el cambio promedio del campo, $A(|)_K$, sobre una pequeña región de tiempo, *At* (del mismo modo que hemos tenido que tomar también el promedio de una región del espacio). El valor promedio del momento de campo en este intervalo de tiempo es, pues,

AÓ \
K—)
(6)

en donde *a* es la constante de proporcionalidad.

Si el campo fluctúa al azar, entonces, por la misma definición del azar, la región sobre la que fluctuará durante el tiempo *At,* vendrá dada por

$(S(¡)_K)_2$ = *bAt* o bien | $8c|>_K$ | = b_m *(At)*$_m$
(7)

en donde *b* es otra constante de proporcionalidad, asociada con la magnitud promedio de las fluctuaciones al azar del campo.

Desde luego, la manera precisa en que fluctúa el campo está determinada por la infinidad de variables de campos más prodos, no tomados en cuenta, pero, en el contexto del nivel en cuestión, no hay nada que determine este comportamiento preciso. En otras palabras, |5(j)K| representa el grado máximo posible de determinación de 4>K dentro del nivel de cantidades de campo promediadas sobre intervalos de tiempo similares.

Por la definición (6), vemos que TIK también fluctuará al azar sobre la serie

_ *a* | $5())_K$ | _ *ab*
1/2
Ai (Ai)

Multiplicando (8) por (7) obtendremos

$8TT_K$ $5(j)_K$ = *ab*
1/2
(8)
(9)

Luego el producto del máximo grado de determinación de 7iK y el de *§K* es una constante, *ab*, independiente del intervalo de tiempo A/.
Está bien claro que este resultado muestra una gran analogía con el principio de Heisenberg,22 *5p5q* ^ *h*. La constante *ab* que aparece en la ecuación (9) desempeña el papel que la constante de Planck desempeña en el principio de Heisenberg. La universalidad de *h* implica, por consiguiente, la universalidad de *ab*.
Ahora *a* es precisamente una constante que relaciona el momento del campo con la derivada de su tiempo y, evidentemente, será una constante universal. La constante *b* representa la intensidad básica de la fluctuación al azar. Suponer que *b* es una constante universal, es lo mismo que asumir que las fluctuaciones al azar de los campos existen en todos los lugares y en todos los tiempos, y también en todos los niveles de tamaño, con el mismo carácter esencial.
En lo que se refiere a lugares y tiempos diferentes, la suposición de que la constante *b* es universal es completamente plausible. Las fluctuaciones al azar de los campos (que aquí juegan un papel similar al de las fluctuaciones del vacío en el «punto cero» de la teoría cuántica acostumbrada) son infinitamente amplias, de modo que cualesquiera perturbaciones que puedan ser producidas por excitaciones o concentraciones de energía subsiguientes y localizadas, ocurridas naturalmente o producidas en un laboratorio experimental, tendrán una influencia despreciable en las magnitudes generales de las fluctuaciones al azar básicas. (Así, la presencia de materia tal como la conocemos a gran escala, significará la concentración de una parte no fluctúan te de energía, asociada con unos pocos gramos por centímetro cúbico extra, sobre las infinitas fluctuaciones del punto cero en el campo «vacío».)
Sin embargo, con referencia al problema de los diferentes niveles de espacio y de intervalos de tiempo, la suposición de que *b* es universal no es plausible. Así, es bastante posible que la cantidad *b* permanezca constante para campos promediados sobre intervalos de tiempo cada vez más cortos, solamente hasta algún intervalo característico de tiempo At_0, más allá del cual podría cambiar la cantidad *b*. Esto equivale a la posibilidad de que el grado de autodeterminación no sea limitado por la constante de Planck, *h*, para tiempos muy cortos (y para las correspondientes cortas distancias).
Es fácil sugerir una teoría que tenga las características que acabamos de describir. Así, supongamos que las fluctuaciones de campo en el «punto cero» estuvieran en una especie de equilibrio estadístico correspondiente a una temperatura *T* extremadamente elevada. La fluctuación promedio de la energía por grado de libertad sería, según el teorema de la equipartición, del orden de KT, pero su energía promedio es también proporcional al promedio de $(fy\ I\ di)^2$ (como ocurre, por ejemplo, en un grupo de osciladores armónicos). Así, escribiremos

b^2

(nf

(10)

en donde K es la constante de Boltzmann, y a es una constante de proporcionalidad adecuada.
De lo que se deduce que, si el intervalo de tiempo Ai que aparece en la ecuación (8) se hace cada vez más corto, no será posible que $(TC)^2$ crezca sin límite, como queda implícito en las ecuaciones (8) y (9). Antes bien $(TC)^2$ dejará de crecer en un intervalo crítico de tiempo definido por de tiempos más cortos (y las distancias cortas correspondientes) el grado de autodeterminación de los campos promedio no estará, pues, limitado precisamente por las relaciones de Heisenberg, sino por un conjunto muy tenue de relaciones.

a ***bi*** *a2b*
o bien (Aí()) 2 = aa
(11)
Así hemos construido una teoría que contiene las relaciones de Heisenberg como un caso límite, válido aproximadamente para campos promediados sobre un cierto nivel de intervalos de espacio y de tiempo. No obstante, los campos promediados sobre intervalos más pequeños están sujetos a un grado mayor de autodeterminación que es compatible con este principio. De esto se deduce que nuestra nueva teoría es por fin capaz de reproducir en esencia una de las características principales de la teoría cuántica, es decir, el principio de Heisenberg, y tener además un contenido diferente en niveles nuevos.
La cuestión de cómo puede revelarse con experimentos este nuevo contenido de nuestra teoría la discutiremos en los apartados siguientes. Por el momento, nos limitaremos a apuntar que las divergencias en las actuales teorías de campo son un resultado directo de las contribuciones a la energía, carga, etcétera, procedentes de las fluctuaciones cuánticas asociadas a las distancias y tiempos infinitamente pequeños. Nuestro punto de vista nos permite suponer que, mientras que la fluctuación total es aún infinita, la fluctuación por grado de libertad deja de crecer sin límite cuando consideramos tiempos cada vez más cortos. Así, podemos hacer cálculos de campo teórico que nos den resultados finitos. Está claro que las divergencias de la teoría
de campo cuántico corriente pueden proceder de la extrapolación de los principios básicos de esta teoría hasta intervalos *ái* tiempo y de espacio excesivamente cortos.

11. La indivisibilidad de los procesos cuánticos

Nuestro nuevo paso es demostrar que la cuantización, es decir, la indivisibilidad del cuanto de acción, es coherente con nuestras nociones referentes a un nivel subcuántico. Para ello, i comenzaremos por considerar con más detalle el problema pre • ciso de cómo definir los promedios de campo que necesitamos para el tratamiento de una infinidad innumerable de variables. Aquí nos guiaremos por ciertos resultados obtenidos en el problema, muy similar, de varios cuerpos (por ejemplo, el análisis de sólidos, líquidos, plasmas, etcétera, en términos de sus partículas atómicas constituyentes). En este problema nos enfrentamos de un modo parecido con la necesidad de tratar ciertas clases de promedios de variables muy profundas (atómicas). La totalidad de un conjunto de tales promedios se determina, pues, a sí misma, con cierta aproximación, mientras que sus detalles están sujetos a los dominios característicos de las fluctuaciones al azar que proceden de los movimientos de un nivel más profundo (atómico), de un modo muy parecido al que se sugería para los promedios de la infinidad innumerable de variables de campo, discutidas en apartados anteriores.
Ahora bien, en el problema de varios cuerpos, se trata el comportamiento a gran escala trabajando con *coordenadas colectivas,*[23] que son un conjunto aproximadamente autodeterminado de funciones simétricas de las variables de las partículas, que representan ciertos aspectos globales de los movimientos (por ejemplo, las oscilaciones). Los movimientos colectivos están determinados (dentro de los dominios característicos de la fluctuación al azar) por *constantes del movimiento* aproximadas. Para el caso especial, pero muy extendido, en que las coordenadas colectivas describen oscilaciones casi armónicas, las constantes del movimiento son las amplitudes de las oscilaciones

y susfases iniciales. Generalmente, sin embargo, pueden tomar la forma de funciones más complejas de las coordenadas colectivas.

A menudo es muy instructivo resolver las coordenadas colectivas mediante una transformación canónica. En la mecánica clasica,24 esto adopta la fórmula

dS
da
dS
(12)
en donde *S* es la función de transformación, *pk y qk* son los momentos y una de las coordenadas de las partículas, y *Jn* y *Qn* son los momentos de los grados colectivos de libertad. Aquí suponemos que las *Jn* son constantes del movimiento. En otras palabras, suponemos que la transformación es tal, al menos en el ámbito en el que es buena la aproximación de las coordenadas colectivas, que la hamiltoniana es solamente una función de las ./„, y no de las *Qn.* Así deducimos que las *Qn* crecen linealmente con el tiempo, porque tienen las propiedades de las llamadas «variables angulares».25
Está claro que se puede atacar así el problema de la infinidad innumerable de variables de campo, sujetas a un acoplamiento no lineal con cada una de las otras. Para ello, supongamos ahora que *qk, pk* representan el conjunto canónico conjugado de variables del campo original, y supongamos también que pueda existir un conjunto de movimientos, a gran escala global, que representaremos por las constantes del movimiento *Jn* y las variables angulares canónicas conjugadas *Qn.* Está claro que, si tales movimientos globales existen, se manifestarán a sí mismos de un modo relativamente directo en las interacciones de alto nivel, porque, según hemos supuesto, tales son los movimientos que conservan sus rasgos característicos

durante largo tiempo, sin que se pierdan en las fluctuaciones al azar infinitamente rápidas, cuyo promedio tiende a cero en un nivel más alto.

Nuestra tarea siguiente será la de demostrar que las constantes del movimiento (que, para los osciladores armónicos, son proporcionales a la energía de un grado de libertad colectivo a gran escala) están cuantizadas por la regla $J = nh$, en donde n es un número entero, y h es la constante de Planck. Tal demostración constituirá una explicación de la dualidad ondapartícula, ya que sabemos que los grados de libertad colectivos son movimientos parecidos a los ondulatorios, con amplitudes de oscilación armónicas. En general, estas ondas pueden tomar la forma de paquetes plenamente localizados y, si estos paquetes tienen cantidades de energía, momentos, y otras propiedades discretas y bien definidas, reproducirán, a un nivel superior, todas las características esenciales de las partículas. Aún habrá movimientos ondulatorios internos en los cuales existirán sistemas que podrán responder significativamente a estos detalles más finos.

Para demostrar la cuantización de las constantes del movimiento tal como lo hemos descrito, volveremos primero a la interpretación preliminar de la teoría cuántica, dada en los apartados 6 y 7. Allí encontraremos una relación muy similar a (12):

$P =$ **dS**

(13)

La principal diferencia entre (4) y (12) es la de que la primera no contiene constante alguna del movimiento, mientras que la segunda, sí. Pero, cuando se han especificado las constantes del movimiento, vemos que son números enteros que sólo necesitan que se les den determinados valores que conservarán en lo sucesivo. Si lo hacemos así, la S de la ecuación (12) tampoco contendrá ya las J_n como variables explícitamente representadas. Así podremos considerar la S de nuestra interpretación preliminar (4), como la función real de 5, en la cual ya se han es

pecificado las constantes del movimiento. S está, pues, determinada por la función de onda *f* = *Re*$_{ISIh}$. Así, cuando damos la función de onda, definimos una función de transformación S = *hl*$_m$ *(l*$_n$ \|/), que después determinará implícitamente ciertas constantes del movimiento.

Para ver más claramente cómo la S de la ecuación (4) determina las constantes del movimiento, construyamos la *integral de fase*

(14)

Esta integral se ha tomado en torno a un circuito C, que representa un conjunto de desplazamiento *6q*$_k$ (virtual o real), en el espacio configurado por el sistema. Si aplicamos la ecuación (13), obtendremos

(15)

en donde *6S*$_C$ es el cambio de S al girar alrededor del circuito C.

Es bien conocido que las I_c, que son las llamadas «variables de acción» de la mecánica clásica, representan generalmente las constantes del movimiento. (Por ejemplo, en el caso de un grupo de osciladores acoplados, armónicos o no, las constantes básicas del movimiento pueden obtenerse evaluando las I_c con circuitos adecuadamente definidos.)[26] La función de onda \|/, que define cierta función 5, implica por consiguiente un correspondiente conjunto de constantes del movimiento.

Ahora, según la teoría cuántica corriente, la función de onda Y = *Re*$^{iS/h}$, es una función monovalente de todas sus coordenadas dinámicas, q_k, Así, tendremos

bS$_c$ *= 2 r\nh = nh*

(16)

en donde n es un número entero.

Las funciones reales S obtenidas de la función de onda \|/,

implican, por tanto, que las constantes básicas del movimiento para el sistema son discretas y están cuantizadas.

Si el entero *n* no es cero, entonces un simple cálculo demuestra que debe haber alguna discontinuidad en alguna parte dentro del circuito. Pero ya que *S* = *hlm(ln\\f)*, y ya que \f/ es una función continua, generalmente se producirá una discontinuidad de *S* donde \f/ (y, por tanto, R_2) sea cero. Como veremos a continuación, R_2 es la densidad de probabilidad para que el sistema exista en cierto punto del espacio de la configuración. Por lo tanto, el sistema no tendrá probabilidades de estar situado a un cero de \f/, con el resultado de que las singularidades de *S* no implicarán inconsistencias en la teoría.

Esta cuantización se parece en muchos aspectos a la antigua regla de Bohr-Sommerfeld, aunque es básicamente diferente en su significado. Aquí, la variable de acción I_c que se ha cuantizado, no se ha obtenido usando la simple expresión de la mecánica clásica para las/^ en la ecuación (14). Más bien se ha obtenido empleando la expresión (12), que incluye las funciones de transformación *S*, una función que depende de la innumerable infinidad de variables q_k. En cierto sentido, podemos decir que la antigua regla de Bohr-Sommerfeld sería exactamente correcta si estuviera hecha para referirse a la innumerable infinidad de variables de campo, en vez de limitarse a los valores de las variables que se obtienen al resolver las simples y clásicas ecuaciones del movimiento para un pequeño número de coordenadas abstractas, Q_n.

Antes de proseguir explicando por qué $6S_C$ debe limitarse a los valores discretos expresados en la ecuación (16), resumiremos y desarrollaremos de un modo sistemático las principales ideas físicas a las que hemos llegado hasta ahora.

1. Hemos abstraído, de la innumerable infinidad de variables, un conjunto de constantes del movimiento «colectivas», /„, y sus cantidades canónicas conjugadas, *Qn*.

2. Las *Jn* pueden reducirse consecuentemente a las integrales discretas múltiplos de *h*. Así, la acción puede ser cuantizada.

3. Si este conjunto de coordenadas se determina a sí mismo completamente, las *Qn* (como ocurre en las teorías clásicas típicas) crecerán linealmente con el tiempo. No obstante, dado que las fluctuaciones debidas a las variables prescinden de la teoría, las *Qn* fluctuarán al azar sobre la amplitud que les es accesible.

4. Esta fluctuación implicará cierta probabilidad de distribución de las *Qn* que tendrá una dimensionalidad igual a 1 por grado de libertad (y no 2, como es el caso de las *clásicas* distribuciones estadísticas en el espacio de fase). Cuando esta distribución se transforme en el espacio de la configuración de las *qk*, habrá una función de probabilidad correspondiente,/? *(qu ... qk*,...), que también tendrá una dimensionalidad de 1 por grado de libertad (estando siempre determinados los momentos *pk* en términos de *qk* por la ecuación [12]).

5. Después, hemos interpretado la función de onda \|/ = *ReiSlh*, planteando/? (g7, ... *qk*, ...) = *R2(ql* ... *qk*...) y haciendo que *S* sea la función de transformación que defina las constantes del movimiento del sistema. Está claro que así le hemos dado a la función de onda un significado bastante diferente del que se había sugerido en la interpretación preliminar del apartado 5, incluso aunque ambas interpretaciones mantengan una relación mutua y definida.

6. Por efecto de las variables de campo de nivel inferior omitidas, las cantidades *In* permanecerán, en general, solamente constantes para un período limitado de tiempo. En efecto, cuando cambia la función de onda, la integral alrededor de un circuito dado, £¿ *$cpk 8qk = 8SC* cambiará bruscamente cada vez que una singularidad de *S* (y, por lo tanto, un cero de \|/) cruce el circuito *C*. De aquí que, para algunos múltiplos de *h*, ocurran cambios discretos en las variables de acción para los estados no estacionarios.

12. Explicación de la cuantización de la acción

En el apartado anterior desarrollamos una teoría que incluía una innumerable infinidad de variables de campo que *deja lugar* a la cuantización de la acción según las reglas acostumbradas de la teoría cuántica. Ahora sugeriremos una teoría más definida, con la que daremos posibles razones físicas que expliquen por qué se cuantiza la acción con estas reglas, y qué limitaciones pueden aparecer en su ámbito de aplicación.

Evidentemente, nuestro problema básico es el de proponer una interpretación física directa de la función *S* que aparece en la fase de la función de onda (como \j/ = *ReiSlh),* y que también es, según nuestra teoría, la función de transformación que define las constantes básicas del movimiento (véase la ecuación [15]), porque, si vamos a explicar por qué se limita el cambio de *S* alrededor de un circuito a los múltiplos discretos de *h,* deberemos suponer evidentemente que *S* está relacionada de algún modo con algún sistema físico, de tal modo que *eISlh* no pueda ser otra cosa que monovalente.

Para darle a *S* un significado físico que nos lleve a la propiedad que hemos descrito, comenzaremos modificando una idea que originalmente sugirió De Broglie.[27] Supongamos que la infinidad de variables de campo no acopladas linealmente está tan organizada en la realidad que, en cada región del espacio y del tiempo asociada con un nivel dado de tamaño, está teniendo lugar un proceso interno periódico. Aquí, la naturaleza precisa de este proceso no es importante para nuestra discusión, con tal que sea periódico (por ejemplo, puede ser una oscilación o una rotación). Este proceso periódico determinará una clase de tiempo interno para cada región del espacio y, por consiguiente, constituirá efectivamente una especie de «reloj» local.

Así, todo proceso periódico localizado tiene, por definición, una estructura de Lorentz en la cual permanece en reposo, al menos durante cierto tiempo (es decir, en la cual no cambia significativamente su posición promedio durante este tiempo). Supongamos después que, en esta estructura, los relojes de la vecindad al mismo nivel de tamaño tienden a quedar casi en reposo. Tal suposición es equivalente al requisito de que, en cada nivel de tamaño, la división de una región dada en regiones más pequeñas que contengan un reloj efectivo cada una, tenga una cierta regularidad y permanencia, al menos durante algún tiempo. Si se considera a estos relojes en otra estructura (por ejemplo, la del laboratorio), cada reloj efectivo tendrá, pues, una cierta velocidad, que podrá ser representada por la función continua v(x, *t).*

Ahora es bastante natural suponer: (1), que, en su *propia estructura de descanso,* cada reloj oscila con una frecuencia angular uniforme, que es la misma para todos los relojes, y (2), que todos los relojes de la misma vecindad están, en promedio, en fase unos con otros. En un espacio homogéneo no puede haber razón alguna para preferir un reloj sobre los demás, ni tampoco puede haber una dirección del espacio preferida (como lo implicaría un valor promedio distinto de cero para V4> en la estructura en reposo). Así pues, podemos escribir

8cj) = cüflSi (17)

en donde 5x es el cambio del tiempo propio del reloj, y donde es independiente de 5x en esta estructura.

La razón de la igualdad de las fases del reloj en la estructura en reposo con las de su vecindad se podrá comprender más profundamente como una consecuencia natural de que el acoplamiento de los relojes vecinos no es lineal (lo que está implicado en la no linealidad general de las ecuaciones de campo). Es bien sabido que dos osciladores de la misma frecuencia natural tienden a ponerse en fase cuando se da tal acoplamiento.[28] Desde luego, la fase relativa oscilará algo, pero, a la larga y como promedio, estas oscilaciones desaparecerán.

Consideremos ahora el problema en una estructura de Lorentz fija, por ejemplo, la del laboratorio. Calcularemos, pues, el cambio de 5(j) (x, /) que se seguiría de un

desplazamiento virtual (5x, *bi).* Esto depende solamente de 5r. Por una transformación de Lorentz, obtenemos

— „

CO8T — 

(18)

Si integramos 5(j) alrededor de un circuito cerrado, el cambio de fase 8cj)c será, pues, *2n n,* en donde *n* es un número entero. De otro modo, las fases del reloj no serán funciones monovalentes de x y *t.* Así obtendremos

= *2nn*

(19)

Si ahora suponemos que cada reloj efectivo tiene cierta masa en reposo, m_{09} y si escribimos, para la energía total de

traslación del reloj, *E* = $m_o c_2 l\surd\sim Y$ (v_2/c_2) y, para el momento correspondiente, p = $ra_o v/VT$ (v_2/c_2), obtendremos

(£5íp5x) =
__y £¿
(20)
Si suponemos que $m_0c^2/\omega_0 = h$ (una constante universal para todos los relojes), obtendremos precisamente la cuantización que necesitábamos para integrales de circuito que incluyan el momento traslacional p y las coordenadas de los relojes, x (por ejemplo, podemos hacer *ht* = 0, y la ecuación (20) se reducirá a un caso especial de la ecuación [16]).
Vemos, pues, que la cuantización de la acción puede, al menos en este caso especial, surgir de ciertas condiciones topológicas implicadas por la necesidad de una monovalencia de las fases de los relojes.
Esta idea nos proporciona un punto de partida para una comprensión más profunda del significado de las condiciones del cuanto, pero ha de ser completada de dos modos. Primero, debemos considerar las siguientes fluctuaciones en el campo, asociadas con la innumerable infinidad de grados de libertad. Segundo, tendremos que justificar la suposición de que la ratio *m^⁄cúQ* en la ecuación (20) es universal para todos los relojes locales e igual a *h*.
En primer lugar, recordemos que cada reloj local de un nivel dado existe en cierta región del espacio y del tiempo, que está formada por regiones aún más pequeñas, y así sucesiva e ilimitadamente. Veremos que podemos obtener la universalidad del cuanto de acción *h* en todos los niveles, si suponemos que cada una de estas *subregiones* contiene un reloj efectivo similar, relacionado de un modo parecido con los demás relojes efectivos de su nivel, y que este sistema de relojes efectivos se mantiene indefinidamente cuando analizamos el espacio y el tiempo en subregiones. Recalcamos que esto es solamente una suposición preliminar, y que más tarde demostraremos que podemos abandonar esta idea de una continuación indefinida del sistema de relojes.
Para tratar este problema, introduciremos una ordenada en infinidad de coordenadas dinámicas, *xl¡*, y sus momentos conjugados, *p*. La posición promedio del reloj /ésimo en el nivel /ésimo de tamaño, está representada por *x*, y *p* representa su momento correspondiente. Para una primera aproximación, las cantidades de cada nivel pueden ser tratadas como coordenadas colectivas del conjunto de variables del siguiente nivel más profundo, pero, en general, tal tratamiento no puede ser completamente exacto porque *cada nivel estará directamente influido, hasta cierta extensión, por todos los demás niveles, de un modo que no puede ser expresado por completo si atendemos únicamente a sus efectos sobre las cantidades del siguiente nivel más profundo.* Así, aunque cada nivel está fuertemente vinculado con el comportamiento promedio del siguiente nivel más profundo, sigue existiendo cierto grado de independencia.
Esta discusión nos lleva a cierto ordenamiento de la infinidad de variables de campo que ya señala la misma naturaleza del problema. En este ordenamiento, consideraremos en principio las series de cantidades *x* y *p*, que ya hemos definido, como coordenadas y momentos completamente independientes que, no obstante, acostumbran a estar asociados y relacionados por interacciones adecuadas.
Ahora podemos tratar este problema sirviéndonos de la transformación canónica. Introduciremos una función de acción, *S*, que depende de todas las variables, *xl¿*, de la infinidad de relojes dentro de los relojes. Al igual que antes, escribiremos
dv/
(21)
en donde *V* representa todos los niveles posibles. Para las constantes del movimiento, escribiremos
*c ~
~k •/
(22)

en donde las integrales se llevan a contornos adecuados.
Cada una de estas constantes del movimiento está ahora desarrollada fuera de integrales de circuito que incluyan $p_i hx_i$, pero, como podemos ver, cada uno de estos relojes debe satisfacer la condición de fase *$pfi/ = 2nnh* alrededor de cada circuito. Aquí la suma satisface esta condición, que, a su vez, no solamente debe satisfacerse en los circuitos reales verdaderamente atravesados por los relojes, sino también en cualquier circuito virtual que sea compatible con un conjunto dado de valores para las constantes del movimiento. Porque, a causa de las fluctuaciones procedentes de los niveles inferiores, siempre existe la posibilidad de que cada reloj pueda moverse en cada uno de los circuitos en cuestión y, si las constantes del movimiento no están determinadas de tal modo que $8S_C = 2nnh$, los relojes que alcancen la misma posición, después de haber seguido diferentes trayectorias fluctuantes al azar, en general no concordarán con los demás en sus respectivas fases. Así, la concordancia de las fases de todos los relojes que alcancen el mismo punto en el espacio y el tiempo es equivalente a la condición del cuanto.
Podemos verificar ahora la consistencia de este tratamiento con un análisis posterior que eliminará también la necesidad de introducir la suposición especial de que m_0c_2/co_0 es universalmente constante e igual a *h* para todos los relojes. Ahora consideramos cada reloj como un sistema compuesto formado por relojes más pequeños. Hasta un grado adecuado de aproximación, cada fase del reloj puede ser tratada como una variable colectiva asociada a las *coordenadas del espacio* de los relojes más pequeños (que, por lo tanto, representan la estructura interna del reloj en cuestión). Ahora, la variable de acción
$i_c =$
k •l
p'M
es canónicamente invariante, en el sentido de que tiene la misma fórmula con cualquier grupo de variables canónicas, y que no cambia en su valor por una transformación canónica. De aquí que, si la transformamos a las coordenadas colectivas de cualquier nivel dado, siempre seguiremos obteniendo la misma clase de restricción /(para las integrales múltiples de *h,* incluso si I_c estuviera expresada en términos de las variables colectivas. Así, las variables colectivas de un nivel dado estarán generalmente sujetas a la misma restricción cuántica que afectó a las variables originales de este nivel. Para que las variables de un nivel dado puedan ser esencialmente iguales a las variables colectivas del nivel inferior siguiente, es suficiente que las variables de todos los niveles estén cuantizadas en términos de la misma unidad de acción, *h.* Así se hace posible un ordenamiento total lógico de la innumerable infinidad de las variables.
Así, cada reloj tendrá un valor cuantizado por la acción variable, I_c, asociada con su *movimiento interno* (es decir, de sus cambios de fase). Sin embargo, se supuso que este movimiento interno era, en efecto, el de un oscilador armónico. Por consiguiente, según un resultado clásico bien conocido, la energía interna es *E* = /co_o/27i; y ya que *J* = S/z, en donde *S* debe ser un número entero, obtendremos E_o = 5co_0/i.
Ahora bien, E_o es también la energía del reloj en reposo, de modo que $E_o = m_0c_2$, de donde obtenemos
= Sh
Esto nos dará, de la ecuación (20),
(23)
(Ebt p5x) = 2 TI
n = nSh = /t/r,
(24)

y como, en general, S toma valores integrales arbitrarios, también será un número entero arbitrario. Así eliminamos la necesidad de suponer separadamente que m_0C_2/co_0 sea una constante universal, igual a ti.

Para terminar esta etapa del desarrollo de la teoría, demostraremos que el modelo que hemos discutido nos lleva a una fluctuación de las variables de un nivel dado en el espacio de fase, según lo que implica el principio de Heisenberg. En otras palabras, también puede demostrarse que el cuanto de acción, *h,* ofrece una estimación correcta de la limitación en el grado de autodeterminación de las cantidades de cualquier nivel.

Para demostrar esta conjetura, debemos hacer notar que cada variable fluctúa porque depende de las cantidades del nivel inferior (del cual es una coordenada colectiva). Las cantidades del nivel inferior solamente pueden cambiar sus variables de acción según los múltiplos discretos de *h.* Es, pues, perfectamente plausible que el ámbito de fluctuación de una variable dada esté estrechamente relacionado con el tamaño de los posibles cambios discretos en sus variables constituyentes de un nivel inferior.

Demostraremos el teorema ya enunciado para el caso especial de que todos los grados de libertad puedan ser representados como osciladores armónicos acoplados. Esto es una simplificación del problema real (que no es lineal). Los movimientos reales consistirán en pequeñas perturbaciones sistémicas de la superficie de un fondo infinitamente turbulento. Estas perturbaciones del sistema pueden ser tratadas como coordenadas colectivas que representan el comportamiento en conjunto de los relojes locales constituyentes de un nivel dado. En general, tal movimiento colectivo tomará la forma de una oscilación ondulatoria que, con cierto grado de aproximación, experimenta un movimiento armónico simple. Representemos las variables de acción y las variables angulares del oscilador armónico nésimo

por J_n y (j)$_n$ respectivamente. Hasta el punto en que la aproximación lineal sea correcta, J_n será una constante del movimiento, y <*fy*$_n$ crecerá linealmente con el tiempo según la ecuación *§*$_n$ = *(ü*$_n$*t* f 4>$_{On}$, en donde co$_n$ es la frecuencia angular del ttésimo oscilador, J_n y c|>$_n$ estará relacionado con las variables del reloj por una transformación canónica, como en (12). Como la correlación generalizada de BohrSommerfeld (16) es invariante a una transformación canónica, se deduce que J_n = *Sh,* en donde *S* es un número entero. Además, las coordenadas y momentos de estos osciladores pueden escribirse

como
[29]

p_n = 2 VT$_n$ eos

= 2VT$_n$

sen

Consideremos ahora un conjunto canónico de variables de alto nivel, un par específico que representaremos por *Q* y *n*. En principio, éstas estarían determinadas por la totalidad de todos los demás niveles. Efectivamente, el nivel inmediatamente inferior será el *principal* que entre en esta determinación; sin embargo, los demás también tendrán *algún* efecto. Aquí, según nuestra discusión anterior, deberemos considerar que tanto TI(. como *Q* son, en principio, independientes de cualquier conjunto *dado* de variables de los niveles inferiores, incluyendo, por supuesto, las del nivel inmediatamente inferior.

Hasta el punto en que es válida la aproximación lineal, podremos escribir[30]

***Q* = S *a*$_{in}$*P*$_n$ = *2* £ *a*$_l$**

VT$_n$

(25)

en donde a_{in} y (J$_{/n}$ son coeficientes constantes, y donde, como recordamos, se supone que *n* cubre *todos* los niveles que no son /. Para que sea lógico suponer que *Q* y *n[*

sean canónicas conjugadas, es necesario que su paréntesis de Poisson sea la unidad o que

Con la ayuda de la ecuación (25), esto se convierte en

IaA = 1 (26)

La ecuación (25) implica un movimiento muy complejo para *Q* y 7i|, porque, en un sistema típico de osciladores acoplados, las co_w son, en general, todas diferentes, y no son múltiplos integrales unas de otras (excepto para los posibles conjuntos de medida cero). Así, el movimiento será una curva «que llena el espacio» (cuasi ergódica) en espacio de fase, que será una generalización de las figuras bidimensionales de Lissajou para osciladores armónicos perpendiculares, con períodos que no son múltiplos racionales unos de otros.

Durante un intervalo de tiempo, x, que es bastante largo comparado con los períodos *2nl(ü*$_n$, de los osciladores de los niveles inferiores, la trayectoria de *Q* y *n* en el espacio de fase llenará, en esencia, cierta región, incluso aunque la órbita sea definida en todo momento. Ahora calcularemos la fluctuación promedio de *Q* y rc< en esta región, tomando promedios sobre el tiempo x. Advirtiendo que *Q* = *n* = 0 para estos promedios, para estas fluctuaciones tendremos

(Agí)^2 =

V /$_m$/„ eos <|>$_m$ eos *„ = *2Ü* (aJ^2 *J*$_n$

= 4lp$_m$p$_n$^

^ = 2 2

(27) $_2$*J»*

(28)

en donde hemos empleado el resultado de que eos 5_m *eos* b_n = sen 5_m *sen* b_n = 0, para *m # n* (excepto para el conjunto de medida cero, antes mencionado, en el cual «$_m$ y ©„ son múltiplos racionales uno del otro).

Supongamos ahora que todos los osciladores están en sus estados inferiores (con *J = h)* excepto para un conjunto de valor cero. Este conjunto representa un número numerable de excitaciones relativas al estado «vacío». Por su pequeño número, la contribución de estas excitaciones a *(&*Q_1*,)*$_2$ *Y* (AJI{) es despreciable. ., ,__. Li

Por tanto, sustituyamos /„ = *h* en la ecuación (28) y obtendremos

2^(aj$_2$*h;*

m

)$_2$ = 2

Después, usamos la desigualdad de Schwartz

I (O$_2$(P$_n$)$_2$ 3

(29)

Combinando lo anterior con las ecuaciones (26), (27) y (28), obtendremos

|)$_2$ (AGÍ)$_2$ 2* 4/*$_2$.

(30)

Estas relaciones son, en esencia, las de Heisenberg. Anf, y AGÍ representan, en efecto, limitaciones en el grado de! autodeterrninación del nivel Zésimo, porque todas las cantidades de este nivel deberán ser promediadas, evidentemente sobre períodos de tiempo largos, comparados con 2 */«>„. Asi hemos deducido el principio de Heisenberg del supuesto del cuanto de acción. , t , , • , i

Advertimos que, en el apartado 10, ya habíamos obtenido la ecuación (30) de un modo diferente, al asumir simples fluctuaciones al azar de los campos, parecidas a las de las partículas sometidas al movimiento browniano. Aquí, una infinidad de variables de nivel inferior, que satisfacen las condiciones de que /„ es discreta e igual a la misma constante, *h,* para todas las variables, producen un prolongado patrón de movimientos que reproduce ciertos rasgos esenciales de una fluctuación al azar del tipo browniano.

Hasta aquí hemos completado nuestra tarea de proponer un modelo general físico que explique las reglas de cuantización juntamente con las relaciones de la indeterminación de Heisenberg. Pero ahora puede verse fácilmente que nuestro modelo físico básico, que incluye una infinidad de relojes dentro de otros relojes, da lugar a cambios fundamentales que nos llevarían más allá del propósito de la teoría cuántica corriente. Para ilustrar estas teorías, supongamos que esta estructura se mantuviese sólo durante un tiempo característico, *x$_{0y}$* después del cual cesara de existir y fuera reemplazada por otra clase de estructura. Entonces, en los procesos que abarcaran tiempos mucho mayores que T(), los relojes seguirían restringidos esencialmente de la misma manera que antes, ya que sus movimientos no se verían modificados significativamente por la subestructura más profunda. Sin embargo, en procesos que abarcaran tiempos más cortos que *x$_0$*, no habría razones para aplicar tales restricciones, ya que la estructura no seguiría siendo la misma. Así vemos cómo J_n quedarán restringidas a valores discretos en ciertos niveles, mientras que no quedan necesariamente restringidas de este modo en otros.

Para los niveles en los que J_n no están restringidas a ser múltiplos de *h,* no habrá que seguir aplicando la ecuación (30) para la fluctuación de *n* y *Q*. En lugar de *h,* aparecerá la cantidad /$_m$, la acción *promedio* asociada con los niveles en cuestión. Además, los promedios de (eos (j)$_m$ eos <\>$_n$*)* dejarán de ser despreciables, porque los tiempos son demasiado cortos. Así, esto nos permite cualquier tipo concebible de cambio en las reglas para determinar J_n y las de las magnitudes de fluctuación asociadas con un nivel dado. Sin embargo, en los niveles cuánticos, las reglas acostumbradas serán válidas hasta un grado de aproximación muy alto.

13. Discusión de experimentos para demostrar el nivel subcuántico

Ahora estamos preparados para discutir, al menos en términos generales, las condiciones según las cuales sería posible demostrar experimentalmente la existencia de un nivel subcuántico, y completar así nuestras respuestas a las críticas que, a nuestra sugerencia de variables ocultas, nos han hecho Heisenberg y Bohr.

Recordaremos primero que la demostración de las relaciones de Heisenberg, respecto a la máxima precisión posible en la medición de las variables canónicamente conjugadas, hizo uso del supuesto implícito de que las mediciones deben incluir solamente procesos que satisfagan las leyes generales de la teoría cuántica corriente. Así, en el bien conocido ejemplo del microscopio de rayos gamma, él supuso que la posición de un electrón iba a ser medida desviando un rayo gamma, procedente de la partícula en cuestión, hacia una lente o una placa fotográfica. Esta desviación es, esencialmente, un caso del efecto Compton, y la demostración del principio de Heisenberg depende esencialmente de suponer que el efecto Compton satisface las leyes de la teoría cuántica (es decir, conservación de energía y momento en un proceso de dispersión «indivisible», carácter de ondulatorio del cuanto desviado cuando atraviesa la lente, y determinismo incompleto del punto como partícula en la placa fotográfica). Más generalmente, esta demostración debe basarse en el supuesto de que, en cada etapa, el proceso de medición satisfará las leyes de la teoría cuántica. Por tanto, suponer que el principio de Heisenberg tiene una validez universal es, en último análisis, lo mismo que suponer que las leyes generales de la teoría cuántica son umversalmente válidas. Pero esta suposición se expresa ahora refiriéndose a las *relaciones externas* de la partícula con el aparato de medida, y no a las características internas de la partícula misma.

Según nuestro punto de vista, el principio de Heisenberg no debería considerarse *primariamente* como una relación externa que expresara la imposibilidad de realizar mediciones de precisión ilimitada en el dominio cuántico. Más bien debería ser básicamente considerado como una expresión del incompleto grado de *autodeterminación* característico de todas las entidades que pueden ser definidas en el nivel mecánico cuántico. De esto se deduce que, si medimos tales entidades, también utilizaremos procesos que tienen lugar en el nivel mecánico cuántico, con lo que el proceso de medición tendrá los mismos límites en su grado de autodeterminación que cualquier otro proceso en este nivel. Viene a ser como si estuviéramos midiendo el movimiento browniano con microscopios que estuvieran sometidos al mismo grado de fluctuación al azar que el de los sistemas que estuviéramos intentando observar.

Sin embargo, como vimos en los apartados 10 y 12, es posible, e incluso bastante plausible, suponer que los procesos subcuánticos que implican espacios de tiempo y de espacio muy pequeños, no estarán sujetos a las mismas limitaciones en su grado de autodeterminación que los de los procesos mecánico cuánticos. Desde luego, es probable que estos procesos subcuánticos afecten básicamente a nuevas clases de entidades tan diferentes de los electrones, protones, etcétera, como lo son estos últimos de los sistemas macroscópicos. Aquí habrá que desarrollar métodos completamente nuevos para observarlos (del mismo modo que tuvieron que desarrollarse nuevos métodos para observar los átomos, electrones, neutrones, etcétera). Estos métodos dependerán del uso de interacciones supuestas por las leyes subcuánticas. En otras palabras, al igual que el «microscopio de rayos gamma» se basó en la existencia del efecto Compton, un «microscopio subcuántico» deberá basarse en los nuevos efectos, no limitados en su grado de autodeterminación por las leyes de la teoría cuántica. Estos efectos deberán hacer posible, pues, una correlación entre los acontecimientos observables a gran escala y la manifestación de alguna

variable subcuántica, correlación que será más exacta de lo que permiten las relaciones de Heisenberg.

Desde luego, no espero determinar realmente todas las variables subcuánticas del modo que acabo de describir, y predecir así el futuro en todos sus detalles. Más bien me propongo solamente llevar a cabo unos pocos experimentos decisivos para demostrar que el nivel subcuántico existe, para investigar sus leyes, y para usar estas leyes para predecir las propiedades del nivel superior con más detalle, y con mayor precisión de lo que lo hace la teoría cuántica corriente.

Para tratar esta cuestión con más detalle, recordaremos ahora una conclusión del apartado anterior, es decir, la de que si, en los niveles inferiores, la acción variable puede ser divisible en unidades menores que /z, los límites en el grado de autodeterminación de estos niveles inferiores pueden ser menos estrictos que los que nos dan las relaciones de Heisenberg. Así, bien pueden existir procesos relativamente divisibles y autodeterminados que tengan lugar en los niveles inferiores. Pero, ¿cómo podremos observarlos desde nuestro propio nivel?

Para responder a esta pregunta, nos referiremos a la ecuación (25), que indica un caso típico de cómo las variables de un nivel dado dependen, hasta cierta extensión, de *todas* las variables de los niveles inferiores. Así, si TT< y *Q*\ representan el nivel clásico, generalmente estarán

determinadas *principalmente* por las/?í y *q*\ del nivel cuántico, pero habrán *algunos* efectos debidos a los niveles subcuánticos. Por lo general, serán bastante pequeños. Sin embargo, en casos especiales (por ejemplo, con métodos o aparatos especiales), las *%[* y *Q*\ dependerán significativamente de las/?! Y #/ de un nrvel subcuántico. Desde luego, esto significará que habrá que adaptar alguna nueva clase de procesos subcuánticos (por ahora desconocidos, pero que tal vez se descubran más adelante) a los fenómenos observables clásicos a gran escala. Es presumible que tales procesos precisen de altas frecuencias y, por consiguiente, altas energías, pero empleadas de un modo nuevo.

Si bien los efectos del nivel subcuántico sobre *n*\ y *Q*\ son pequeños, no son idénticos a cero. Así queda lugar para comprobar tales efectos realizando experimentos ya antiguos, pero de una precisión extremadamente alta. Por ejemplo, la relación $J_n = nh$ se obtenía en la ecuación (24) solamente si se suponía que el cuanto de acción era universalmente igual a *h* (a todos los niveles). Por consiguiente, las desviaciones subcuánticas de esta regla se reflejarían en el nivel clásico como un pequeño error en la relación *E* — *nhv* para un oscilador armónico. A este respecto, recordemos que en la teoría clásica no existe en absoluto una relación especial entre la energía y la frecuencia. Esta situación puede ser restablecida hasta cierto punto en el dominio subcuántico. Como resultado, descubriríamos una pequeña fluctuación en la relación entre E_n y *nhv*. Por ejemplo, podríamos tener

$E_n = nhv+$ *&*

en donde *e* es una cantidad muy pequeña que fluctúa al azar (que se va haciendo cada vez mayor según vamos elevando las frecuencias). Para comprobar esta fluctuación, podríamos realizar un experimento en el cual se observara la frecuencia de un rayo de luz con una exactitud de hasta Vv. Si la energía observada fluctuara en más de *fi* Vv, y si no pudiera encontrarse una fuente para esta fluctuación en el nivel cuántico, este experimento podría ser considerado como indicativo de las fluctuaciones subcuánticas.

Con esta discusión completamos nuestra respuesta a las críticas de Bohr y Heisenberg, que argumentan que un nivel más profundo de variables ocultas, en el cual el cuanto de acción fuera divisible, nunca podría ser revelado por ningún fenómeno experimental. Esto significa también que no existen argumentos válidos que justifiquen la conclusión de Bohr de que el concepto del comportamiento detallado de la materia como un proceso único y autodeterminado deba limitarse solamente al nivel clásico (en donde se puede observar bastante directamente el comportamiento de los fenómenos a gran escala). Ciertamente, también podemos aplicar estas nociones a un nivel subcuántico cuyas relaciones con el nivel clásico son relativamente indirectas, pero todavía capaces, en principio, de revelar la existencia y las propiedades de su nivel inferior por medio de sus efectos en el nivel clásico.

Consideraremos finalmente la paradoja de Einstein, Rosen y Podolsky. Como vimos en el apartado 4, podemos explicar fácilmente las peculiares correlaciones mecánico cuánticas de los sistemas distantes si suponemos interacciones ocultas entre tales sistemas, llevadas al nivel subcuántico. Con una infinidad de variables de campo fluctuando en este nivel inferior, existen amplios movimientos en él que pueden explicar tal correlación. La única dificultad real es la de explicar cómo se mantienen estas correlaciones si, mientras ambos sistemas están moviéndose separado, cambiamos súbitamente la variable que íbamos a medir al cambiar el aparato de medición en uno de ambos sistemas. ¿Cómo, pues, el sistema lejano recibe instantáneamente una «señal» que le muestre que se va a medir una nueva variable, para que pueda responder de acuerdo con ella?

Para responder a esta cuestión, advertiremos primero que las correlaciones características mecánico cuánticas sólo han sido observadas experimentalmente con

los sistemas distantes cuando las diferentes piezas de los aparatos de observación se han mantenido lo suficiente como para haber tenido todas las oportunidades de llegar a un equilibrio con el sistema original mediante las interacciones subcuánticas.[31] Por ejemplo, en el caso de la molécula descrita en el apartado 4, muchos impulsos tendrán tiempo de ir y venir entre la molécula y los aparatos para medir su *spin*, incluso antes de que se desintegre la molécula. Así, las acciones de la molécula podrán ser «provocadas» por señales desde el aparato para que emita átomos con *spins* ya alineados adecuadamente por el aparato que va a medirlos.

Aquí, para demostrar el punto esencial, se deberían usar sistemas de medición que cambiaran

rápidamente, en comparación con el tiempo que necesitará una señal para ir desde el aparato al sistema observado y viceversa. Todavía ignoramos lo que sucedería realmente si se hiciera así. Es posible que estos experimentos descubrieran un fallo en las correlaciones mecánico cuánticas típicas. Si esto ocurriera, sería una demostración de que los principios básicos de los cuantos se están derrumbando aquí, porque la teoría cuántica no podría explicar tal comportamiento, mientras que una teoría subcuántica podría explicar esto, de una manera fácil, como un efecto del fallo de las conexiones subcuánticas al relacionar el sistema de sistemas con la suficiente rapidez como para garantizar las correlaciones cuando el aparato se cambia de forma muy repentina.

Por otra parte, si estas correlaciones mecánico cuánticas predichas se encuentran todavía en tales mediciones, esto no demostrará que no exista un nivel subcuántico, porque el mecanismo que cambia súbitamente el aparato de observación también debe tener conexiones subcuánticas con todas las partes del sistema y, mediante ellas, también puede transmitir una «señal» a la molécula en la que, con el tiempo, iba a ser medido cierto observable. Naturalmente esperamos que, con cierto nivel de complejidad del aparato, las conexiones subcuánticas podrían dejar de actuar así. Sin embargo, mientras no tengamos una teoría subcuántica más detallada, no podremos saber *a priori* dónde puede ocurrir esto. En cualquier caso, los resultados de este experimento serían muy interesantes.

14. Conclusión

Para concluir, hemos adelantado lo suficiente la teoría como para demostrar que podemos explicar las características esenciales de la mecánica cuántica según un nivel subcuántico que incluya variables ocultas. Esta teoría puede tener un nuevo contenido experimental, especialmente en relación con el campo de las distancias muy cortas y de las energías muy altas, en donde se dan fenómenos nuevos que no están muy bien tratados según las teorías actuales (y también para la verificación experimental de ciertas características de las correlaciones entre sistemas distantes). Además, hemos visto que este tipo de teoría abre nuevas posibilidades para eliminar la divergencia de las teorías actuales relacionadas también con las distancias cortas y las energías altas. (Por ejemplo, como hemos demostrado en el apartado 10, la interrupción del principio de Heisenberg en un tiempo corto podría eliminar los efectos infinitos de las fluctuaciones cuánticas.)

Desde luego, la teoría, tal como está desarrollada aquí, está lejos de ser completa. Al menos es necesario demostrar cómo se puede obtener la ecuación de Dirac de varios cuerpos para los fermiones, y las acostumbradas ecuaciones de onda para los bosones. Mucho se ha adelantado en estos problemas, pero no tenemos espacio para discutirlo aquí. Además, se están haciendo nuevos progresos en el tratamiento sistemático de las nuevas clases de partículas (mesones, hiperones, etcétera) según nuestro esquema.

Sin embargo, incluso en su formulación incompleta actual, la teoría responde a las críticas básicas de los que la consideraban imposible, o que tenían la sensación de que nunca podría referirse a ningún problema experimental real. En resumidas cuentas, parece ser que puede aportar alguna luz a tales problemas experimentales, en donde éstos plantean la falta de consistencia de la teoría corrientemente aceptada.

Por las razones ya descritas, parece ser que actualmente necesitamos tomar en cierta consideración las teorías que suponen variables ocultas para que nos ayuden a evitar prejuicios dogmáticos. Estos prejuicios no solamente limitan nuestro modo de pensar de un modo injustificable, sino que también limitan las clases de experimentos que podemos realizar (ya que, después de todo, una considerable porción de todos los experimentos están destinados a responder a cuestiones surgidas en alguna teoría).

Desde luego, sería igualmente dogmático insistir en que la interpretación habitual ya ha agotado todas sus aplicaciones posibles para estos problemas. Lo necesario en estos tiempos es que se puedan seguir muchos caminos para la investigación, ya que no es posible saber de antemano cuál es el más adecuado. Además, la demostración de la posibilidad de las teorías de las variables ocultas puede ser útil en un sentido filosófico más general, para recordarnos la poca confianza que debemos tener en conclusiones que se basan en la suposición de que ciertas características de una teoría dada, por muy general que parezca ser el ámbito de su validez, son completamente universales.

5. LA TEORÍA CUÁNTICA COMO INDICIO DE UN ORDEN NUEVO EN LA FÍSICA

Parte A: El desarrollo de los órdenes nuevos como se muestra en la historia de la física

1. Introducción

Los cambios revolucionarios en la física han supuesto siempre la percepción de un orden nuevo, y el desarrollo de nuevas formas de lenguaje apropiadas a la comunicación de este orden.

Comenzaremos este capítulo con una discusión de ciertas características del desarrollo de la física que nos pueden ayudar a formarnos un concepto de lo que significa la percepción y la comunicación de un orden nuevo. Después, en el siguiente capítulo, continuaremos presentando nuestras sugerencias sobre el nuevo orden que supone la consideración de la teoría cuántica.

En los tiempos antiguos sólo existía una vaga noción cualitativa de orden en la naturaleza. Con el desarrollo de las matemáticas, en especial la aritmética y la geometría, surgió la posibilidad de definir formas y relaciones con más precisión, de tal modo que, por ejemplo, se pudieran describir con detalle las órbitas de los planetas, etcétera. Comoquiera que sea, estas descripciones matemáticas detalladas de los movimientos de los planetas y otros cuerpos celestes presuponían ciertas nociones generales de orden. Así, los antiguos griegos pensaron que la Tierra estaba en el centro del universo y que, rodeando a la Tierra, había esferas que se iban acercando a la perfección ideal de la materia celestial según se iban apartando cada vez más de la Tierra. Se suponía que la perfección de la materia celestial se revelaba en órbitas circulares, que se consideraban como la máxima perfección de todas las figuras geométricas, mientras que se consideraba que la imperfección de la materia terrestre se mostraba en sus movimientos, muy complicados y aparentemente arbitrarios. Así, el universo se percibía y discutía según cierto orden total, es decir, el orden de grados de perfección que se correspondía con el orden de su distancia desde el centro de la Tierra.

La física, como un todo, se entendía como un conjunto de nociones acerca de un orden que estaba estrechamente relacionado con el que hemos descrito. Así, Aristóteles comparaba el universo con un organismo vivo, en el que cada una de sus partes tenía su propio lugar y función, de manera que trabajaban juntas para formar un todo único. Dentro de este todo, un objeto sólo podía moverse si existía una fuerza que actuara sobre él. Así que se pensaba que la fuerza era una *causa* del movimiento. De este modo, el orden del movimiento estaba determinado por el orden de las causas que, a su vez, dependía del lugar y la función de cada una de las partes dentro del todo.

Naturalmente, esta manera general de percibir y comunicar el orden en la física no tenía contradicción alguna en la experiencia común (en la cual, por ejemplo, el movimiento es sólo posible como regla cuando hay una fuerza que supera la fricción). A decir verdad, cuando se hicieron observaciones más detalladas sobre los planetas, se descubrió que sus órbitas no eran, en realidad, círculos perfectos, pero este hecho se acomodó a los conceptos predominantes de orden cuando se consideró que las órbitas de los planetas eran una superposición de *epiciclos,* es decir, círculos dentro de otros círculos. Aquí podemos ver un ejemplo de la considerable capacidad de *adaptación* del hombre a una idea de orden dada, adaptación que le hace capaz de seguir percibiendo y hablando según unas nociones esenciales fijas como éstas, a pesar de su experiencia real que, a primera vista, parece que debería obligarle a modificar por completo tales nociones. Con la ayuda de estas adaptaciones, el

hombre pudo mirar el cielo nocturno durante miles de años y ver allí epiciclos, sin tener en cuenta el contenido detallado de sus observaciones.

Parece claro, pues, que una idea básica de orden, como la que se ha explicado acerca de los epiciclos, nunca podría ser contradicha decisivamente, porque siempre se pudo ajustar para que se adecuara a los hechos observados. Pero, a la larga, apareció un nuevo espíritu en la investigación científica, que llevó a poner en cuestión la *relevancia* del orden antiguo, notablemente por obra de Copérnico, Kepler y Galileo. Lo que surgía de este cuestionamiento era, en esencia, la propuesta de que la diferencia entre la materia terrestre y la materia celestial no era, en realidad, muy significativa. Más bien se sugería que la diferencia fundamental estaba entre el movimiento de la materia en el espacio vacío y su movimiento en un medio viscoso. Las leyes básicas de la física debían referirse, pues, al movimiento de la materia en el espacio vacío, antes que a su movimiento en un medio viscoso. Así, Aristóteles tenía razón cuando dijo que, según la experiencia común, la materia sólo se movía bajo la acción de una fuerza, pero se equivocaba cuando suponía que esta experiencia común era relevante para las leyes fundamentales de la física. De esto se deducía que la diferencia decisiva entre la materia celestial y la materia terrestre no estaba en su grado de perfección, sino más bien en que esta materia celestial se movía generalmente sin fricción alguna, en el vacío, mientras que la materia terrestre se movía con fricción, en un medio viscoso.

Evidentemente, estas nociones no eran generalmente compatibles con la idea de que había que considerar el universo como un organismo vivo único. Antes bien, según una descripción fundamental, ahora había que considerar al universo como analizable en partes u objetos existentes separadamente (por ejemplo, planetas, átomos, etcétera), y que se movían cada uno de ellos en el vacío. Estas partes podían trabajar juntas con una interacción, más o menos como lo hacen las partes de una máquina, pero no podrían crecer, desarrollarse, ni funcionar en respuesta a fines determinados por un «organismo como un todo». Al describir el movimiento de las partes de esta «máquina», se consideraba su orden básico según las posiciones sucesivas que cada uno de los objetos que la constituían tuviera en los sucesivos momentos del tiempo. Así se hizo relevante un nuevo orden, y se tuvo que desarrollar un nuevo uso del lenguaje para describir este orden nuevo.

En el desarrollo de nuevos modos de usar el lenguaje, las coordenadas cartesianas desempeñaron un papel decisivo. Ciertamente, la palabra misma «coordenada» presupone una función de *ordenamiento.* Este ordenamiento tiene lugar con la ayuda de una cuadrícula. Está constituido por tres conjuntos perpendiculares de líneas uniformemente espaciadas. Cada conjunto de líneas es, evidentemente, un orden (similar al orden de los enteros). Una curva dada está, pues, determinada por una *coordinación* entre los órdenes *X, Y* y Z.

Evidentemente, no hay que considerar las coordenadas como objetos naturales. Son más bien formas de descripción establecidas por nosotros. Como tales, son muy arbitrarias y convencionales (por ejemplo, en la orientación, escala, ortogonalidad, etcétera, de los ejes de coordenadas). Sin embargo, como es bien sabido, a pesar de que sean arbitrarias, se puede expresar una ley general no arbitraria empleando coordenadas. Esto es posible si la ley adopta la forma de una relación que permanezca *invariante* a los cambios de las características arbitrarias del orden descriptivo.

En efecto, emplear coordenadas es ordenar nuestra atención de una manera que se adecué a una visión mecánica del universo y, por consiguiente, ordenar de un modo parecido nuestra percepción y nuestro pensamiento. Por ejemplo, está claro que, aunque Aristóteles hubiera comprendido probablemente el significado de las coordenadas, las habría considerado de poco o ningún significado para su propósito

de comprender el universo como un organismo. Pero, una vez los hombres se encontraron dispuestos a concebir el universo como una máquina, tendieron naturalmente a tomar el orden de las coordenadas como universalmente relevante, válido para cualquier descripción básica en la física.
Dentro de este nuevo orden de percepción y pensamiento cartesianos que había crecido después del Renacimiento, Newton fue capaz de descubrir una ley muy general. Podría enunciarse así: «Con el mismo orden de movimiento con que cae una manzana, igualmente ocurre con la Luna, y así también con *todo»*. Esto supuso una nueva percepción de la ley, es decir, una armonía universal en el orden de la naturaleza, como se describe con detalle si empleamos coordenadas. Una percepción así es un relámpago de intuición muy penetrante, que es básicamente *poética*. En efecto, la raíz de la palabra «poesía» procede del griego *poíein*, que significa «hacer» o «crear». Así, en sus aspectos más originales, la ciencia adquiere una cualidad de comunicación poética de la percepción creativa de un orden nuevo.
Otra manera, en cierto modo más «prosaica», de expresar la intuición de Newton, es la de escribir *A:B::C:D*. Es decir: «Del mismo modo que están relacionadas las posiciones *A* y *B* de la manzana, están relacionadas las posiciones C y *D* de la Luna». Esto constituye una noción generalizada de lo que podemos llamar *ratio*. Aquí tomamos la *ratio* en su significado más amplio (por ejemplo, en su sentido original latino), que incluye todas las acepciones de la palabra *razón*. La ciencia se propone, pues, descubrir la «ratio», o razón, universal, que no sólo incluya la razón numérica, o proporción *(A/B = CID)*, sino también su similaridad cualitativa general.

Una ley racional no se limita a una expresión de *causalidad.* Evidentemente, la razón, en el sentido con que se emplea aquí, va mucho más allá de la causalidad, que, en último extremo, es un caso especial de la razón. En verdad, la fórmula básica de la causalidad es: «Yo hago cierta acción *X* y causo que algo ocurra». Una ley causal, en cambio, tiene esta fórmula: «Así como yo realizo acciones causales, del mismo modo, con ciertos procedimientos, pueden ser observadas en la naturaleza». Así, una ley causal proporciona una cierta *clase limitada* de razón. Pero, más generalmente, una explicación racional adquiere la forma: «Del mismo modo que las cosas están relacionadas en cierta idea o concepto, así están ellas relacionadas en la realidad».

Resulta claro de la discusión precedente que, para encontrar una nueva estructura de razón o racionalidad, *primero* es imprescindible discernir, entre las diferencias, las que son relevantes. Porque si intentamos encontrar una relación racional entre diferencias irrelevantes, esto nos llevará a la arbitrariedad, la confusión y la esterilidad generalizadas (por ejemplo, como con los epiciclos). Así que debemos estar dispuestos a abandonar nuestros supuestos, aunque a menudo nos haya parecido muy difícil el hacerlo así, porque tendemos a otorgar un alto valor psicológico a las ideas que nos son familiares.

2. *¿Qué es el orden?*

Hasta aquí, el término «orden» se ha empleado en un número de contextos que son más o menos conocidos para cada uno, de modo que su significado puede verse con bastante claridad según su uso. Sin embargo, la noción de orden es evidentemente relevante en contextos mucho más amplios. Así, no limitamos el orden a una disposición regular de objetos o formas en líneas o en columnas (por ejemplo, como con las cuadrículas). Antes bien, podemos considerar órdenes mucho más generales, como el orden del crecimiento de un ser vivo, el orden de la evolución de una especie viviente, el orden de la sociedad, el orden de una composición musical, el orden de la pintura, el orden que constituye un medio de comunicación, etcétera. Si queremos investigar en estos contextos tan amplios, las nociones de orden a las que nos hemos referido antes, en este mismo capítulo, evidentemente ya no serán adecuadas. Por consiguiente, hemos llegado a la pregunta general: «¿Qué es el orden?»

Sin embargo, la noción de orden es tan vasta e inmensa en sus implicaciones, que no se puede definir con palabras. Lo mejor que podemos hacer con el orden es intentar «señalarlo» tácitamente y por implicación, en un surtido de conceptos tan amplio como sea posible, en los cuales esta noción sea relevante. Todos nosotros conocemos el orden implícitamente, y este «señalamiento» tal vez nos comunique un significado general y totalizador del orden, sin que nos haga falta una precisa definición verbal.

I P 1 P 1,
' A ' B ' C ' D ' E ' F G1

Figura 5.1

Para empezar a comprender el orden en este sentido general debemos recordar primero que, en el desarrollo de la física clásica, se vio que la percepción de un orden nuevo incluía la discriminación de nuevas diferencias relevantes (posiciones de objetos en momentos sucesivos de tiempo) junto con nuevas similitudes que había que encontrar en las diferencias (similitudes de «ratios» en estas diferencias). Con esto se está sugiriendo lo que es la semilla o el núcleo de una manera muy general de percibir el orden, es decir, *el prestar atención a las diferencias similares y a las similaridades diferentes.*[1]

Vamos a ilustrar estas ideas según los términos de una curva geométrica. Para simplificar el ejemplo, nos aproximaremos a la curva mediante una serie de segmentos rectilíneos de igual longitud. Comenzaremos con una línea recta. Como se muestra en la figura 5.1, los segmentos en una línea recta tienen todos la misma

dirección, por lo que su única diferencia está en su posición respectiva. La diferencia entre el segmento *A* y el segmento *B* es, pues, un desplazamiento en el espacio similar a la diferencia entre el segmento *B* y el C, y así sucesivamente. Por consiguiente, podemos escribir

A:B::B:C::C:D::D:E

Se puede decir que esta expresión de «ratio», o «razón», define una curva de *primera clase*, es decir, una curva que sólo tiene una diferencia independiente.

Consideremos ahora un círculo, según lo ilustra la figura 5.2. Aquí, la diferencia entre *A* y *B* existe tanto en su dirección como en su posición. Así, tenemos una curva con dos diferencias independientes, que es, por tanto, de *segunda clase.* Sin embargo, todavía tenemos una sola «ratio» en sus diferencias, *A:B::B:C.*

Ahora llegamos a una hélice. Aquí, el ángulo entre las líneas puede girar en una tercera dimensión. De este modo tenemos una curva de *tercera clase.* Sin embargo, ésta también está determinada por una sola «ratio»,*A:B::B:C.*

Hasta aquí hemos considerado varias *especies* de similitudes en las diferencias, para obtener curvas de primera, segunda, tercera clase, etcétera. Sin embargo, en cada curva, la similitud (o *ratio)* entre los segmentos sucesivos permanece invariable. Ahora podemos llamar la atención sobre curvas en las que *esta similitud es diferente* según vamos siguiendo la curva. Esto nos lleva a considerar no solamente las *diferencias similares,* sino también las *diferentes similitudes de las diferencias.*

Podemos ilustrar esta noción por medio de una curva que sea una cadena de segmentos rectilíneos en direcciones diferentes (véase la figura 5.3). Sobre la primera línea *(ABCD),* podemos escribir

A:BSJ::B:C.

1 n i

A ' B ' C r D

Figura 5.3

El símbolo S_x significa «primera clase de similitud», es decir, en dirección a lo largo de la línea *(ABCD).* Después escribiremos para las líneas *(EFG)* y *(HIJ)*

E:FS::F:G y *HiF'y.IiJ*

en donde S_2 significa «similitud de segunda clase», y 5_3, «similitud de tercera clase».

Ahora podemos considerar la diferencia entre las sucesivas similitudes ($5_{1?}$ S_2, S_3,...) como un *segundo grado de diferencia.* Desde aquí podremos desarrollar un *segundo grado de similitud en estas diferencias,* S_x: S_2 '.: S_2 ' S_3.

Introduciendo así lo que es, en efecto, el comienzo de una jerarquía de similitudes y diferencias, podremos proseguir con curvas que tengan grados de orden arbitrariamente altos. Como los grados llegarán a hacerse indefinidamente altos, tendremos que ser capaces de describir las que comúnmente se llaman curvas «aleatorias», tales como las que se encuentran en el movimiento browniano. Esta clase de curvas no está determinada por ningún número infinito de segmentos. Sin embargo, no sería apropiado llamarlas «desordenadas», es decir, *que no tienen orden alguno en absoluto.* Más bien tienen una cierta clase de orden de un grado indefinidamente alto.

De este modo llegamos a un cambio importante en el lenguaje general de la descripción. Ya no volveremos a emplear el término «desorden» y, en cambio, distinguiremos entre diferentes grados de orden (así, por ejemplo, hay una gradación continua de curvas, que empieza en las de primer grado y sigue, grado por grado, hasta las que generalmente hemos llamado «aleatorias»).

Es importante añadir aquí que no hay que identificar orden con *predicibilidad.* La predicibilidad es una propiedad de orden tal que, con unos pocos pasos, determina el orden total (por ejemplo, como en las curvas de grado bajo), pero pueden existir órdenes complejos y sutiles que no estén relacionados en esencia con la predicibilidad (por ejemplo, una buena pintura está altamente ordenada y, sin embargo, este orden no permite predecir una de sus partes a partir de otra).

3. Medida

El desarrollar la noción de un orden de alto grado nos ha presentado tácitamente la idea de que cada suborden tiene un *límite.* Así, en la figura 5.4, el orden de la línea *ABC* alcanza su límite al final del segmento *C.* Más allá de este límite hay otro orden, *EFG,* y así sucesivamente. De este modo, la noción de un orden jerárquico de alto grado incluye generalmente la noción de límite.

Es significativo advertir aquí que, en los tiempos antiguos, el significado más básico de la palabra «medida» era el de «límite» o «lindero». En este sentido de la palabra, se podía decir que cada cosa tenía su propia medida. Por ejemplo, se pensaba que,

cuando un comportamiento humano sobrepasaba sus propios límites (o medida), el resultado tenía que ser una tragedia (como se sacó a relucir vigorosamente en los dramas griegos.
Se consideraba que la medida era esencial para la comprensión del bien. Así, el origen de la palabra «medicina» proviene del latín *mederi,* que significa «curar», pero que deriva de una raíz que significa «medida». Esto implicaba que estar sano era tenerlo todo en su correcta medida, tanto en el cuerpo como en la mente. De un modo parecido, la sabiduría se identificaba con la *moderación* y la *modestia* (palabras cuyos orígenes derivan también de la raíz que significa «medida»), sugiriendo así que el hombre sabio es el que lo cumple todo en su correcta medida.
Para ilustrar este significado de la palabra «medida» en la física, podríamos decir que «la medida del agua» está entre los 0 º y los 100°C. En otras palabras, la medida nos da en primer lugar los límites de las cualidades o de los órdenes de movimiento y comportamiento.
Desde luego, la medida debe ser *especificada* mediante la proporción o «ratio», pero, según el concepto antiguo, se entiende que el significado de esta especificación es secundario al de linde o límite que se especifica aquí; y podemos añadir que, en general, esta especificación no necesita quedar formulada como una proporción cuantitativa, sino más bien según una razón cualitativa (por ejemplo, en un drama, la medida adecuada del comportamiento humano se especifica en términos cualitativos más que con proporciones numéricas).
En el uso moderno de la palabra «medida», el aspecto de proporción cuantitativa o razón numérica tiende a un énfasis mucho más acentuado de lo que lo fue en los tiempos antiguos. Sin embargo, la noción de linde o límite sigue estando presente, aunque en el fondo. *Así, al fijar una *escala* (por ejemplo, de longitud), hay que establecer divisiones que son, en efecto, *límites* o *lindes* de los segmentos ordenados.
Al fijarnos así en el antiguo significado de las palabras, al mismo tiempo que sus significados corrientes, podemos obtener cierta aproximación al significado completo de una noción general, como la de medida, que no tendríamos si sólo consideráramos los significados modernos más especializados, desarrollados en diferentes formas de análisis científico, matemático y filosófico.

4. La estructura como un desarrollo desde el orden y la medida

Si consideramos la medida en el sentido amplio que ya hemos señalado, veremos cómo funciona esta noción junto con la de orden. Así, como se muestra en la figura 5.4, todo orden lineal en un triángulo (como el de la línea FG) está limitado (es decir, medido) por las líneas *AB, BC,* y *CA.* Cada una de estas líneas es, en sí misma, un orden de segmentos que está limitado (es decir, medido) por las otras líneas. La forma del triángulo, pues, se describe según ciertas proporciones entre los lados (sus respectivas longitudes).
La consideración del trabajo conjunto del orden y de la medida en contextos cada vez más amplios y más complejos, nos lleva a la noción de *estructura.* Como indica su raíz latina *struere,* el significado esencial de la noción de estructura es construir, crecer, evolucionar. Esta palabra se trata ahora como un nombre, pero el sufijo latino «ura» significaba originariamente «la acción de hacer algo». Para acentuar que ahora no nos estamos refiriendo principalmente a un «producto terminado» o a un resultado último, podemos introducir un verbo nuevo, *estructar,* que significará «crear y disolver lo que llamamos estructuras» .

Evidentemente, la *estructación* debe ser descrita y comprendida mediante el orden y la medida. Por ejemplo, consideremos la «estructación» (construcción) de una casa. Los ladrillos son alineados en un orden y con una medida (es decir, dentro de unos límites) para hacer paredes. Las paredes son ordenadas y medidas de un modo similar para hacer habitaciones, las habitaciones, para hacer una casa, las casas, para hacer calles, las calles, para hacer ciudades, etcétera.

La estructación implica, pues, una totalidad de orden y de medidas *organizada armoniosamente*, que es al mismo tiempo *jerárquica* (es decir, construida en varios niveles) y *extensiva* (es decir, que «se desparrama» por cada nivel). La raíz griega de la palabra «organizar» es *ergon*, que deriva de un verbo que significa «trabajar». Así podemos pensar de todos los aspectos de una estructura como que están «trabajando juntos» de un modo coherente.

Evidentemente, este principio de estructura es universal. Por ejemplo, los seres vivos están en un movimiento altamente organizado, continuo y de crecimiento y evolución de su estructura (por ejemplo, las moléculas trabajan juntas para formar células, las células trabajan juntas para formar órganos, los órganos, para hacer el ser vivo individual, los seres vivos individuales, una sociedad, etcétera). De un modo parecido, en la física describimos la materia como constituida por partículas móviles (por ejemplo, átomos) que trabajan juntas para formar estructuras sólidas, líquidas y gaseosas, las cuales forman de un modo similar estructuras mayores, llegando hasta los planetas, estrellas, galaxias, galaxias de galaxias, etcétera. Aquí es importante que recalquemos la naturaleza *esencialmente dinámica* de la estructación, tanto en la naturaleza inanimada como en los seres vivos, en la sociedad, en la comunicación humana, etcétera (por ejemplo, consideremos la estructura de un lenguaje, que es una totalidad organizada de movimiento siempre fluyente).

Las clases de estructuras que pueden evolucionar, crecer, o ser construidas están limitadas evidentemente por el orden y la medida que las subyacen. Un nuevo orden y una nueva medida hará posible el considerar nuevas clases de estructura. Podemos tomar un ejemplo sencillo de la música. Aquí, las estructuras con las que podemos trabajar dependen del orden de las notas y de ciertas medidas (escala, ritmo, tiempo, etcétera). Evidentemente, órdenes y medidas nuevos harán posible la creación de nuevas estructuras en la música. En este capítulo estamos investigando cómo, de un modo parecido, los órdenes y las medidas nuevos podrían hacer posible la consideración de estructuras nuevas en la física.

5. *El orden, la medida y la estructura en la física clásica*

Como ya se ha indicado en términos generales, la física clásica implica unos ciertos orden y medida básicamente descriptivos. Esto puede estar caracterizado por el uso de ciertas coordenadas cartesianas y por la noción del orden absoluto y universal del tiempo, independiente del orden del espacio. Implica, además, el carácter absoluto de lo que podríamos llamar orden y medida *euclidianos* (es decir, esta característica de la geometría de Euclides). Con este orden y esta medida, ciertas estructuras son posibles. En esencia, las que se basan en un cuerpo casi rígido, considerado como un elemento constituyente. La característica general de la estructura clásica es, precisamente, la posibilidad de analizarlo todo en partes separadas que son, o bien cuerpos pequeños casi rígidos, o bien su máxima idealización: como partículas sin extensión. Como hemos señalado antes, se considera que estas partes están trabajando juntas en interacción (como en una máquina).

Las leyes de la física expresan, pues, la razón o proporción entre los movimientos de todas sus partes, en el sentido de que la ley relaciona el movimiento de cada parte con la configuración de todas las demás. Esta ley es determinista en su forma y, en ella, los únicos datos contingentes de un sistema son las posiciones y velocidades

iniciales de todas sus partes. También es *causal*, porque, en ella, cualquier perturbación exterior puede ser tratada como una *causa* que produce un especificable *efecto* que, en principio, puede propagarse a cualquier parte del sistema.

Al ser descubierto el movimiento browniano, se obtuvieron fenómenos que *a primera vista* parecían poner en cuestión la totalidad del esquema clásico del orden y de la medida, porque se descubrieron movimientos que tenían lo que hemos llamado aquí un «orden de un grado ilimitado», no determinado por unos pocos pasos (por ejemplo, sus posiciones y velocidades iniciales). No obstante, se explicó esto suponiendo que, cualquiera que fuese el movimiento

browniano, se debía a impactos muy complejos de partículas muy pequeñas o de campos que fluctuaban al azar. Así se llegó a la suposición de que, cuando pudieran tomarse en cuenta estas partículas y estos campos adicionales, la totalidad de la ley llegaría a ser determinista. De este modo, las nociones clásicas de orden y de medida podían *adaptarse* del mismo modo que se podía *acomodar* el movimiento browniano, el cual, en fin de cuentas, parece que está necesitando, frente a la de la materia, una descripción según un orden y una medida muy diferentes.

La posibilidad de tal adaptación depende, claro está, sin embargo, de una suposición. En efecto, incluso aunque pudiéramos dibujar *algunas* clases de movimiento browniano (por ejemplo, el de las partículas de humo) a partir de los impactos de pequeñas partículas (átomos), esto no demostraría que las leyes son, en definitiva, de la clásica especie determinista, porque siempre será posible suponer que *todos* los movimientos pueden describirse básicamente *en su verdadero principio* como movimientos brownianos (de tal modo que las órbitas aparentemente continuas de los objetos grandes, como los planetas, fueran sólo aproximaciones a un tipo real de trayectoria browniana). Ciertamente, hay matemáticos (notablemente Wiener) que han trabajado implícita y explícitamente considerando el movimiento browniano como una descripción básica[2] (sin explicarla como resultado de impactos de partículas más pequeñas). En efecto, tal idea aporta una nueva clase de orden y de medida. Si prosiguiéramos, esta línea de pensamiento supondría un cambio de las estructuras posibles que tal vez sería tan grande como el que supuso el cambio de los epiciclos de Ptolomeo a las ecuaciones del movimiento de Newton. En realidad, esta línea de pensamiento no está siendo seguida con seriedad en la física clásica. Sin embargo, como podremos ver después, sería provechoso prestarle alguna atención, porque obtendríamos una nueva visión de los posibles límites de relevancia de la teoría de la relatividad, tanto como de la relación entre la relatividad y la teoría cuántica.

6. La teoría de la relatividad

Una de las primeras rupturas reales en las ideas clásicas de orden y de medida vino con la teoría de la relatividad. Es significativo que apuntemos aquí que la raíz de la teoría de la relatividad estuvo probablemente en una pregunta que Einstein se hizo a sí mismo cuando tenía quince años: «¿Qué pasaría si uno se moviera a la velocidad de la luz y se mirara en un espejo?» Evidentemente no podría ver nada, porque la luz procedente de su cara nunca alcanzaría el espejo. Esto llevó a Einstein a intuir que la luz era algo básicamente diferente de las demás formas de movimiento.

Desde nuestro punto de vista ventajosamente moderno, todavía podemos acentuar más esta diferencia si consideramos la estructura atómica de la materia, de la cual estamos formados. Si fuéramos más de prisa que la luz, entonces, como demuestra un sencillo cálculo, dejaríamos atrás los campos electromagnéticos que mantienen unidos nuestros átomos (del mismo modo que las ondas sonoras producidas por un avión quedan detrás de él cuando ha sobrepasado la velocidad del sonido). De ello resultaría que nuestros átomos se dispersarían, y pereceríamos. Así que no tendría sentido alguno el suponer que pudiéramos viajar a mayor velocidad que la luz.

Ahora bien, una de las características básicas del orden y la medida clásicos de Galileo y Newton es que, en principio, se puede alcanzar y sobrepasar cualquier forma de movimiento, mientras la velocidad sea finita. Sin embargo, como ya se ha señalado aquí, esto nos lleva a conclusiones absurdas cuando suponemos que alcanzamos y sobrepasamos la de la luz.

Esta idea de que había que considerar que la luz era diferente de todas las demás formas de movimiento, es parecida a la visión de Galileo de que el espacio vacío y el medio viscoso eran diferentes para expresar las leyes de la física. En el caso de

Einstein, se ve que la velocidad de la luz no es una velocidad posible para un objeto. Es, más bien, como un horizonte que no puede ser alcanzado. Aunque parece como si nos moviéramos hacia el horizonte, nunca lo tendremos más cerca. Del mismo modo, aun cuando nos moviéramos hacia un rayo de luz, nunca conseguiríamos acercarnos a su velocidad. Esta velocidad seguirá siendo la misma, c, con respecto a nosotros.

La relatividad introduce nociones nuevas referentes al orden y a la medida del tiempo. Éstos ya no son *absolutos*, como en el caso de la teoría newtoniana. Más bien son ahora *relativos* con

respecto a la velocidad de un sistema de coordenadas. Esta relatividad del tiempo es una de las características radicalmente nuevas de la teoría de Einstein.

La expresión de los nuevos orden y medida del tiempo implicados en la teoría relativística presupone un cambiojnuy significativo en el lenguaje. No se toma la velocidad de la luz como una velocidad posible para un *objeto,* sino antes bien como la velocidad máxima de propagación de una *señal.* Hasta aquí, la noción de señal no ha desempeñado papel alguno en el orden descriptivo general subyacente a la física, pero ahora está jugando un papel decisivo en este contexto.

La palabra «señal» equivale a la palabra «signo», que significa tanto «que indica algo» como «que tiene el significado de». Una señal es, ciertamente, una especie de *comunicación.* Así, en cierto modo, la señalización, el significado, y la comunicación, se hacen relevantes en el orden general descriptivo de la física (como también lo fue la información, que, sin embargo, no es más que una *parte* de lo que contiene el significado de una comunicación). Tal vez no nos hemos dado cuenta todavía de todas las implicaciones de esto, es decir, de cómo ciertas nociones muy sutiles de orden, que van mucho más allá de las de la mecánica clásica, se han incorporado tácitamente al sistema descriptivo general de la física.

Los nuevos orden y medida introducidos con la teoría de la relatividad presuponen nociones nuevas acerca de la estructura, en las cuales la idea de un cuerpo rígido ya no puede seguir desempeñando un papel clave. En efecto, en la relatividad no es posible obtener una definición consecuente de un cuerpo rígido extenso, porque esto supondría la existencia de señales más rápidas que la luz. Para acomodar este nuevo elemento de la teoría de la relatividad a las antiguas nociones de estructura,

Mundo tubo

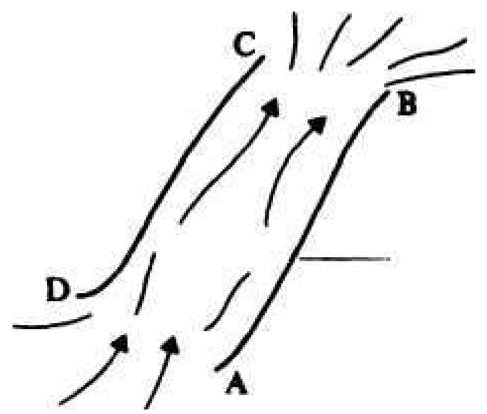


Figura 5.5.

los físicos llegaron a elaborar la noción de una partícula que fuera un punto sin extensión, pero, como es bien sabido, este esfuerzo no dio generalmente resultados satisfactorios, por culpa de los infinitos campos que necesitaban las partículas puntuales. En realidad, la relatividad implica que ni las partículas puntuales ni el cuerpo casi rígido pueden ser considerados como conceptos primarios. Antes bien deben ser considerados como *sucesos y procesos.*

Por ejemplo, cualquier estructura localizable puede ser descrita como un *mundo tubo* (véase la figura 5.5). Dentro de este tubo *ABCD* está teniendo lugar un proceso complejo, indicado por las varias líneas que están dentro del mundo tubo. No es posible analizar consecuentemente el movimiento dentro de este tubo según «partículas muy finas» porque éstas, a su vez, deberían ser descritas también como tubos, y así sucesivamente *ad infinitum.* Todavía más, cada uno de los tubos alcanza su existencia a partir de un ámbito o contexto, como lo indican las líneas que preceden a *AD,* mientras que termina disolviéndose como lo indican las líneas que siguen a *BC.* Así, el «objeto» es una abstracción de una forma relativamente

invariante. Es decir, es más parecido a un patrón de movimiento que a una cosa maciza separada que exista autónoma y permanentemente.[3]

Sin embargo, aunque el problema de obtener una descripción *consecuente* de este mundo no se ha resuelto, Einstein intentó muy en serio conseguir su descripción según una teoría del campo unificado. Tomó el campo total del universo entero como una descripción primaria. Este campo es continuo e indivisible. Las partículas, pues, deben ser consideradas como cierta clase de abstracciones del campo total, que corresponden a regiones del campo muy intensas (llamadas «singularidades»). Según va creciendo la distancia desde las singularidades (véase la figura 5.6), los campos se van haciendo más débiles, hasta que se mezclan imperceptiblemente con los campos de otras singularidades. Pero no hay en parte alguna una ruptura ni una división. Así, la idea clásica de la separabilidad del mundo en partes diferentes pero interactuantes ya no es válida o relevante. Antes bien deberemos considerar el universo como *una totalidad no dividida ni fragmentada.* Su división en partículas, o en partículas y campos, sólo es una tosca abstracción y aproximación. De este modo llegamos a un orden que es radicalmente diferente del de Galileo y Newton: el orden de *la totalidad no dividida.*

Al formular su descripción según un campo unificado, Einstein desarrolló *la teoría general de la relatividad.* Ésta presupone cierta cantidad de nociones nuevas acerca del orden. Así, Einstein consideró conjuntos arbitrarios de *curvas continuas* como coordenadas admisibles, para que funcionaran dentro de un *orden y medida curvilíneos* mejor que dentro de un *orden y medida rectilíneos* (aunque, naturalmente, tales curvas seguían siendo aproximadamente rectilíneas en ciertos lugares, en distancias lo bastante cortas). Mediante los principios de la equivalencia de la gravedad y la aceleración, y el empleo del símbolo de Christoffel que describe matemáticamente la cantidad local de «giro» de las coordenadas curvilíneas, Einstein fue capaz de relacionar este orden curvilíneo y de medirlo con el *campo gravitacional.* Esta relación implica la necesidad de *ecuaciones no lineales,* es decir, ecuaciones cuya solución no puede sumarse simplemente a otras para obtener nuevas soluciones. Esta característica no lineal de las ecuaciones fue de un significado decisivo, no sólo porque, en principio, abría la posibilidad de soluciones con singularidades estables parecidas a partículas, del tipo ya descrito (lo cual era imposible con las ecuaciones lineales), sino también porque tenía implicaciones muy importantes en la cuestión del *análisis* del mundo según componentes distintos pero interactuantes.

Al discutir esta cuestión nos será útil, en primer lugar, advertir que la palabra «análisis» tiene la raíz griega *lysis,* que es la que usan los médicos para significar «descomponer» o «disolver». Así, un químico puede descomponer un compuesto en sus componentes elementales básicos, y después puede volver a reunir otra vez estos componentes y, así, *sintetizar* el compuesto. Sin embargo, las palabras «análisis» y «síntesis» han llegado a referirse no sólo a las operaciones reales físicas o químicas con las *cosas,* sino también a las operaciones similares realizadas en. el *pensamiento*. Así puede decirse que la física clásica se expresa con términos de un *análisis conceptual* del mundo en sus partes constituyentes (como átomos o partículas elementales) que después han sido reunidas para «sintetizar» un sistema total, considerando las interacciones entre estas partes.

Estas partes pueden estar separadas en el espacio (como lo están los átomos), pero también pueden implicar nociones más abstractas que supongan que tal separación no existe. Por ejemplo, en un campo ondulatorio que satisfaga una ecuación lineal, es posible escoger un conjunto de «modos normales» de movimiento de todo el campo, en el que se pueda considerar que cada uno de ellos se está moviendo con independencia de los demás. Se podría, pues, *pensar* analíticamente acerca del campo, como si cada forma posible de movimiento ondulatorio estuviera constituida

por una suma de tales «modos normales» independientes. Incluso si el campo ondulatorio satisficiera una ecuación no lineal, se podría seguir analizándolo con cierta aproximación según un conjunto de tales «modos normales», pero ahora habría que considerarlos como mutuamente dependientes según cierta clase de interacción. Sin embargo, esta clase de «análisis y síntesis» tiene sólo una validez limitada, porque, en general, las soluciones de las ecuaciones no lineales tienen propiedades que no pueden ser expresadas en uno de estos análisis. (Por ejemplo, en términos matemáticos se puede decir que el análisis supone series que no siempre convergen.) De este modo es claro que no sólo la noción de análisis que considera a los objetos separados en el espacio es generalmente irrelevante en el contexto de tales teorías, sino que también lo es la del análisis en elementos más abstractos que no se consideran como separados espacialmente.

Es importante llamar la atención aquí sobre la diferencia que existe entre análisis y *descripción.* La palabra «describir» significa literalmente «poner por escrito», pero, cuando decimos que ponemos las cosas por escrito, generalmente no estamos diciendo que los términos que aparecen en tal descripción están realmente «deshechos» o «separados» en componentes de comportamiento autónomo, y que después los ponemos juntos otra vez mediante una síntesis. Más bien tratamos generalmente estos términos como abstracciones que tienen muy poco o ningún significado cuando las consideramos como autónomas y separadas unas de otras. Ciertamente, lo más relevante en una descripción es cómo están *relacionados* sus términos por una «ratio» o razón. Es esta razón la que llama la atención sobre el conjunto, lo que *significa* la descripción.

Así que, por lo general, incluso conceptualmente, una descripción no es un análisis. Más bien es un análisis conceptual el que nos proporciona una *clase especial* de descripción, en la cual podemos pensar acerca de algo como si estuviera fragmentado en partes de comportamiento autónomo, que después volviéramos a reunir con su interacción. Estas formas analíticas de descripción fueron generalmente adecuadas para las físicas de Galileo y de Newton, pero, como hemos indicado aquí, esto ha dejado de ser así en la física de Einstein.

Aunque Einstein había comenzado de un modo muy prometedor en esta nueva dirección del pensamiento en física, nunca fue capaz de llegar a una teoría general coherente y satisfactoria, a partir del concepto de un campo unificado. Como hemos señalado antes, por esto se engolfaron los físicos en el problema de adaptar su antiguo concepto, de análisis del mundo en partículas sin extensión, al contexto de la relatividad, en el que tal análisis del mundo no es realmente relevante ni consecuente.

Aquí nos sería útil considerar ciertas insuficiencias en el procedimiento con que Einstein abordó estas cuestiones aunque, desde luego, muy al principio. Recordemos que, en 1905, Einstein escribió tres trabajos fundamentales: uno sobre la relatividad, otro sobre el cuanto de luz (efectos fotoeléctricos) y otro sobre el movimiento browniano. Un estudio detallado de estas obras nos muestra que estaban íntimamente relacionadas de diversos modos, y esto sugiere que, en su pensamiento temprano, Einstein estaba considerando tácitamente estos tres temas como aspectos de una unidad más amplia. Sin embargo, al desarrollar la relatividad general puso un gran énfasis en la *continuidad de los campos.* Los otros dos temas (el movimiento browniano y las propiedades cuánticas de la luz), que suponían cierta clase de discontinuidad que no armonizaba con la noción de un campo continuo, fueron pasando a segundo plano y, finalmente, fueron dejados más o menos de lado, al menos dentro del concepto de la relatividad general.

Para discutir esta cuestión nos será útil considerar primero el movimiento browniano, que es ciertamente muy difícil de describir de un modo relativísticamente invariante. Puesto que el movimiento browniano supone infinitas

«velocidades instantáneas», no puede ser limitado por la velocidad de la luz. Sin embargo, en compensación, el movimiento browniano no puede transportar, en general, una señal, porque una señal es cierta modulación *ordenada* de un «portador». Esta orden no puede separarse del *significado* de la señal (es decir, cambiar la orden es cambiar su significado). Así, sólo se puede hablar propiamente de propagación de una señal dentro de un contexto en el que el movimiento del «portador» sea tan regular y continuo, que el orden no quede confuso. Sin embargo, con el movimiento browniano, el orden es de un grado tan elevado (es decir, «al azar», en el sentido usual de la palabra), que el significado de la señal no podría quedar inalterado en su propagación. Por eso no hay *razón* por la que una curva browniana de orden infinito no pueda considerarse como parte de una descripción primaria de movimiento, mientras su *velocidad promedio* no sea mayor que la de la luz. De este modo es posible que la teoría de la relatividad aparezca como relevante para la *velocidad promedio* de una curva browniana (que también sería apropiada para discutir la propagación de una señal), mientras que no tendría relevancia en un contexto más amplio, en el cual su primera ley se relacionara más con una curva browniana de grado infinitamente alto, antes que con una curva continua de grado bajo. Desarrollar tal teoría implicaría, evidentemente, unos nuevos orden y medida en la física (lo cual iría más allá, tanto de las ideas de Newton, como de las de Einstein), y esto nos llevaría a estructuras consecuentemente nuevas.

La consideración de tales nociones tal vez apunte hacia algo nuevo y relevante. No obstante, antes de que esta investigación siga más allá, será mejor que vayamos a la teoría cuántica, que es, en muchos aspectos, incluso más significativa en este contexto de lo que lo es el movimiento browniano.

7. *La teoría cuántica*

La teoría cuántica presupone un cambio mucho más radical en las nociones de orden y de medida de lo que supuso incluso la relatividad. Para comprender este cambio, deberemos considerar cuatro características de primordial significado introducidas por esta teoría.

7.*1 Indivisibilidad del cuanto de acción*

Esta indivisibilidad implica que las transiciones entre los estados estacionarios son discretas en cierto sentido. Así, no tiene sentido decir que un sistema pasa por una serie continua de estados intermedios, similares al inicial y al final. Esto es, desde luego, bastante diferente de la física clásica, que presupone una serie continua de estados intermedios en cada transición.

7.2 Dualidad ondapartícula de las propiedades de la materia

Bajo condiciones experimentales diferentes, la materia se comporta unas veces más como una onda y otras más como una partícula, pero siempre, en cierto modo, como ambas cosas ala vez.

7.3 Propiedades de la materia como potencialidades reveladas estadísticamente

Cada situación física se caracteriza ahora por una función de onda (o, de un modo más abstracto, por un vector en el espacio de Hilbert). Esta función de onda no está relacionada directamente con las propiedades *reales* de un objeto, acontecimiento o proceso individual. Más bien debe considerarse como una descripción de las *potencialidades* que contiene la situación física.4 En disposiciones experimentales diferentes, se hacen reales unas potencialidades diferentes y, por lo general, mutuamente incompatibles (por ejemplo, de comportamiento como onda o como partícula), de tal modo que la dualidad ondapartícula puede entenderse como uno de

los principales modos de expresar estas potencialidades incompatibles. En general, la función de onda sólo proporciona una *medida de probabilidad* de que se realicen las diferentes potencialidades dentro de un conjunto estadístico de observaciones similares, que se llevan a cabo bajo condiciones específicas, y no puede predecir qué va a ocurrir con detalle en cada observación individual.

Esta noción de determinación estadística de potencialidades mutuamente incompatibles es, evidentemente, muy diferente de lo que se hace en la física clásica, en la que no hay lugar para dar a la noción de potencialidad un papel tan fundamental. En la física clásica se piensa que solamente puede ser relevante, en una situación física dada, el *estado real* de un sistema, y que la probabilidad solamente entra porque desconocemos el estado real, o porque estamos calculando un promedio sobre un conjunto de estados reales que están distribuidos en un abanico de condiciones. En la teoría cuántica no tiene sentido discutir el estado real de un sistema, independientemente de todo el conjunto de condiciones experimentales que son esenciales para *hacer real* este estado.

7.4 Correlaciones no causales (la paradoja de Einstein, Podolsky y Rosen)

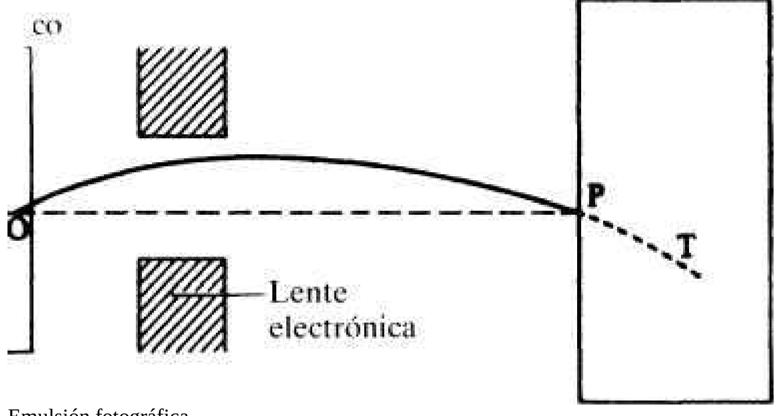
De la teoría cuántica se infiere que los acontecimientos que están separados en el espacio, y que no tienen posibilidad de estar comunicados por la interacción, están relacionados de un modo que es imposible explicar en detalle como causal, mientras se considere la propagación de sus efectos a velocidades que no sean mayores que la de la luz.[5] De este modo, la teoría cuántica no es compatible con la aproximación básica de Einstein a la relatividad, en la que es esencial que tales correlaciones sean explicables a partir de señales propagadas a velocidades que no sean más veloces que la de la luz.

Todo esto implica evidentemente un colapso del orden descriptivo general que había prevalecido antes de la llegada de la teoría cuántica. Los límites de este orden «precuántico» han salido a relucir muy claramente con las relaciones de incertidumbre que ha ilustrado comúnmente el famoso experimento del microscopio de Heisenberg.

No vamos aquí a discutir este experimento de un modo diferente del que empleó Heisenberg, para obtener ahora algunos puntos nuevos. Nuestro primer paso será entrar en lo que significa hacer una medición *clásica* de posición y de momento. Al hacerlo, consideremos que usamos un microscopio *electrónico* más que un microscopio *óptico.*

Como puede verse en la figura 5.7, en el blanco hay una «partícula observada» en O, que suponemos que, al principio, tiene un momento conocido (por ejemplo, puede estar en reposo, con un momento cero). Sobre el blanco inciden electrones de energía conocida, y uno de ellos es deflectado por la partícula en O. Atraviesa la lente electrónica, siguiendo una órbita que la lleva al foco en *P*. Desde aquí, el electrón deja un rastro Ten una cierta dirección, cuando penetra en la emulsión fotográfica.

Blan Haz de electrones

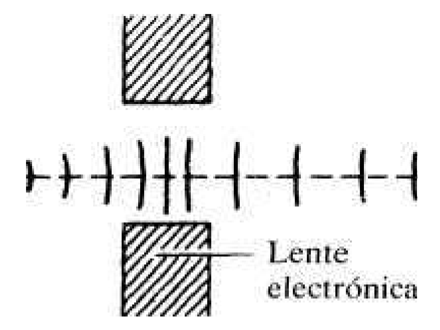


Emulsión fotográfica
Figura 5.7

Ahora, los *resultados directamente observables* de este experimento son la posición *P* y la dirección del rastro *T*, pero, naturalmente, éstos no tienen interés en sí mismos. Es sólo cuando conocemos todas las condiciones del experimento (es decir, la estructura del microscopio, el blanco, la energía del rayo incidente de electrones, etcétera) cuando se hacen significativos los resultados experimentales dentro del contexto de una investigación física. Con la ayuda de una descripción adecuada de estas condiciones, se pueden emplear los resultados del experimento para inferir la posición de la «partícula observada» en O, y el momento que se le ha transferido en el proceso de deflectar el electrón incidente. De este modo, aunque la operación del instrumento influye sobre la partícula observada, se puede tomar en cuenta esta influencia, y podremos inferir, y, por tanto, conocer», tanto la posición como el momento de esta partícula en el instante en que deflecta el electrón incidente.

Todo esto es bastante avanzado en el contexto de la física d;ísica. El paso nuevo de Heisenberg fue el de considerar las implicaciones del carácter «cuántico» del electrón, que proporciona el «enlace» entre los *resultados experimentales* y *lo que se*

Blanco



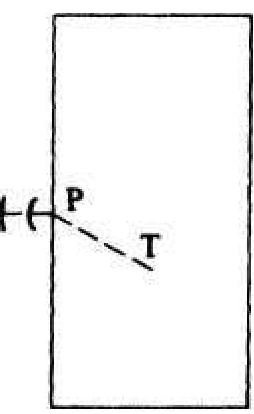


Figura 5.8

infiere de estos resultados. Este electrón ya no puede ser descrito precisamente como una partícula clásica. Más bien hay que describirlo también como una «onda», como se muestra en la figura 5.8. Se dice que las ondas del electrón inciden sobre el blanco y son difractadas por el átomo en *O.*

Éstas pasan a través de la lente, en donde son posteriormente difractadas y llevadas al foco, en la emulsión, en *P.* Desde aquí comienza un rastro *T* (igual que ocurría en la descripción clásica).

Evidentemente, Heisenberg ha recogido las cuatro características de significado primordial de la teoría cuántica, que hemos referido al comienzo de este apartado. Así (como ocurre en el experimento de interferencia), describe el electrón de enlace, como una onda (mientras está pasando desde el objeto O, a través de la lente, hasta la imagen en P), y como una partícula (cuando llega al punto *P* y después deja un rastro *T).* La transferencia de momento del «átomo observado» en *O* debe ser tratada como discreta e indivisible. Entre *O* y *P,* la descripción más detallada posible del electrón de enlace lo es en los términos de una función de onda que solamente determina una distribución estadística de potencialidades, cuya realización dependerá de las condiciones experimentales (por ejemplo, la presencia en la emulsión de átomos sensibles que puedan revelar el electrón). Por último, los resultados reales (el punto *P,* el rastro T, y las propiedades del átomo *O)* están relacionados de la manera no causal mencionada anteriormente en este capítulo.

Al utilizar todas estas características primordiales de la teoría cuántica para discutir el electrón de «enlace», Heisenberg fue capaz de demostrar que hay un límite para la precisión de las magnitudes que se pueden inferir del objeto observado producido por las relaciones de incertidumbre (Ax x Ap ^ *h).* Al principio, Heisenberg explicó la incertidumbre como el resultado de un carácter «incierto» de la órbita precisa del «electrón de enlace» entre *O* y *P,* que implicó también cierta «perturbación» del átomo *O* cuando este electrón fue desviado. Sin embargo, Bohr[6] ofreció una discusión relativamente completa y coherente de toda la situación, que dejó claro que los cuatro aspectos primordiales de la teoría cuántica, tal como ya se han descrito, no eran compatibles con ninguna descripción que tuviera en cuenta órbitas definidas con precisión, pero que fueran «inciertas» para nosotros. Aquí nos las tenemos que haber, pues, con una situación completamente nueva en la física, en la cual, la noción de una órbita definida ya no tiene sentido alguno. Más bien se podría decir que la relación entre *O* y *P* por medio del electrón de «enlace», es más parecida a la de un «cuanto de salto» indivisible y no analizable entre estados estacionarios, que a la del movimiento, continuo pero no conocido con precisión, de una partícula por el espacio entre *O y P.*

¿Cuál puede ser, pues, el significado de la descripción que nos ha proporcionado el experimento de Heisenberg? Evidentemente, este experimento sólo podrá discutirse así, con coherencia, en un contexto en el cual sea aplicable la física clásica. Por ello,

esta discusión podrá servir, como máximo, para señalar los *límites de relevancia* de los modos clásicos de descripción; en realidad, no nos puede proporcionar una descripción que sea coherente en un contexto «cuántico».

No obstante, incluso si lo miramos de esta manera, la discusión acostumbrada del experimento descuida ciertos puntos clave que tienen un profundo significado y grandes consecuencias. Para ver cuáles son, señalemos que, teniendo en cuenta un conjunto particular de condiciones experimentales, como las

JA

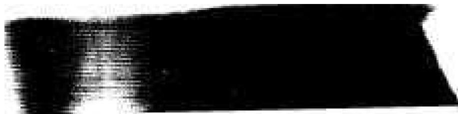


Figura 5.9

que determinan la estructura del microscopio, etcétera, se podría decir, de un modo algo tosco, que los límites de aplicabilidad de la descripción clásica están señalados por cierta célula en el espacio de fase de este objeto, que describimos como *A* en la figura 5.9. Sin embargo, si hubiera habido un conjunto diferente de condiciones experimentales (por ejemplo, un microscopio de otra abertura, electrones de energía diferente, etcétera), entonces estos límites habrían estado señalados por otra célula en el espacio de fase, indicada por *B.* Heisenberg recalcaba que ambas células debían tener la misma área, /z, pero, al hacerlo, dejó de tener en cuenta el significado del hecho de que sus «figuras» son diferentes.

Naturalmente, en el contexto de la física clásica (en la cual las cantidades del orden de la constante de Planck, *h,* pueden despreciarse), todas las células pueden ser sustituidas por puntos sin dimensiones, de modo que sus «figuras» no tengan sentido alguno. Por eso se puede decir que los resultados experimentales no hacen otra cosa que permitir las inferencias acerca de un objeto observado, inferencias en las cuales las «figuras» de las células y, por consiguiente, los detalles de las condiciones experimentales, cumplen solamente con el papel de enlaces intermedios en la cadena del razonamiento, que se dejan de lado después de haber inferido el resultado final. Esto significa que se puede decir coherentemente que el objeto observado puede existir separada e independientemente del instrumento de observación, en el sentido de que se puede considerar como «poseedor» de ciertas propiedades, tanto si interactúa con alguna otra cosa (como un instrumento de observación), como si no.

Sin embargo, en el contexto del «cuanto», la situación es muy diferente. Aquí, las «figuras» de las células son relevantes como partes esenciales de la descripción de la partícula observada. Por eso, ésta no puede ser descrita propiamente si no se le añade una descripción de las condiciones experimentales, y, si uno sigue con un tratamiento matemático más detallado, según las leyes de la teoría cuántica, la «función de onda» del «objeto observado» no puede ser especificada sin especificar también la función de onda del «electrón de enlace». Éste requiere, a su vez, una descripción de la totalidad de las condiciones del experimento (para que la relación entre el objeto y lo observado resulte realmente un ejemplo de las correlaciones del tipo indicado por Einstein, Podolsky y Rosen, que no pueden ser explicadas según la propagación de señales como cadenas de influencia causal). Lo cual significa que la descripción de las condiciones del experimento no se deja de lado como un enlace de inferencia intermedio, sino que permanece inseparable de la descripción de lo que llamamos el objeto observado. El contexto del «cuanto», pues, exige una nueva clase de descripción que no admite que el «objeto observado» pueda separarse del «instrumento de observación». Por el contrario, la forma de las condiciones del experimento y el significado de los resultados experimentales deben formar ahora una totalidad en la que no es relevante el análisis en elementos que existen autónomamente.

Lo que queremos decir aquí con la totalidad podemos indicarlo metafóricamente si hablamos de una muestra (por ejemplo, la de un tapiz). Mientras que lo importante *es* la muestra, no tiene ningún sentido que digamos que las diferentes partes de esta muestra (por ejemplo, las diferentes flores y árboles que podemos ver en el tapiz) son objetos separados interactuantes. De un modo similar, en el contexto del cuanto, se pueden considerar los términos «objeto observado», «instrumento de observación», «electrón de enlace», «resultados experimentales», etcétera, como aspectos de una sola «muestra» global que, en realidad, hemos abstraído o «apuntado» con nuestro método de descripción. Así, hablar de la interacción del «instrumento de observación» y del «objeto observado» no tiene sentido.

Así pues, el abandono del concepto de análisis del mundo en partes relativamente autónomas, existentes por separado pero en interacción, es un cambio básicamente relevante dentro del orden descriptivo que requiere la teoría cuántica. Ahora se le está dando la máxima importancia a la *totalidad no dividida*, en la cual el instrumento de observación no puede separarse de aquello que es observado.

Aunque la teoría cuántica es muy diferente de la relatividad, en el fondo ambas tienen en común esta implicación de una totalidad no dividida. Así, en la relatividad, una descripción coherente de los instrumentos deberá hacerse considerándolos como una estructura de singularidades en el campo (que corresponda a lo que ahora llamamos generalmente «los átomos que constituyen» el instrumento). Estas singularidades se mezclarán con los campos de las que constituyen la «partícula observada» (y, finalmente, con las que constituyen «los átomos con los que está constituido el observador humano»). Esta es una especie de totalidad diferente de la implicada en la teoría cuántica, pero se le parece en que en ella tampoco existe una división última entre el instrumento de observación y el objeto observado.

Sin embargo, a pesar de su profundo parecido, no se ha podido demostrar que sea posible unir la relatividad y la teoría cuántica de un modo coherente. Una de las razones principales es que no existe un modo coherente de introducir, en la relatividad, una estructura extensa en la cual las partículas deban ser tratadas como puntos sin extensión. Esto ha llevado a resultados infinitos en los cálculos teóricos del campo cuántico. Mediante diversos algoritmos formales (por ejemplo, la renormalización, las matrices 5, etcétera), se han podido abstraer de la teoría algunos resultados finitos y esencialmente correctos. Sin embargo, en el fondo, la teoría sigue siendo insatisfactoria, no sólo porque contiene ideas que, al final, aparecen como serias contradicciones, sino también porque tiene una cantidad de rasgos arbitrarios que la hacen capaz de adaptarla indefinidamente a los hechos de una manera que, en cierto modo, recuerda aquella en la que los epiciclos de Ptolomeo pudieron acomodarse a casi cualquier dato de observación que pudiera surgir en su sistema descriptivo (por ejemplo, en la renormalización, la I unción de onda en el estado vacío tiene un número infinito de características arbitrarias).

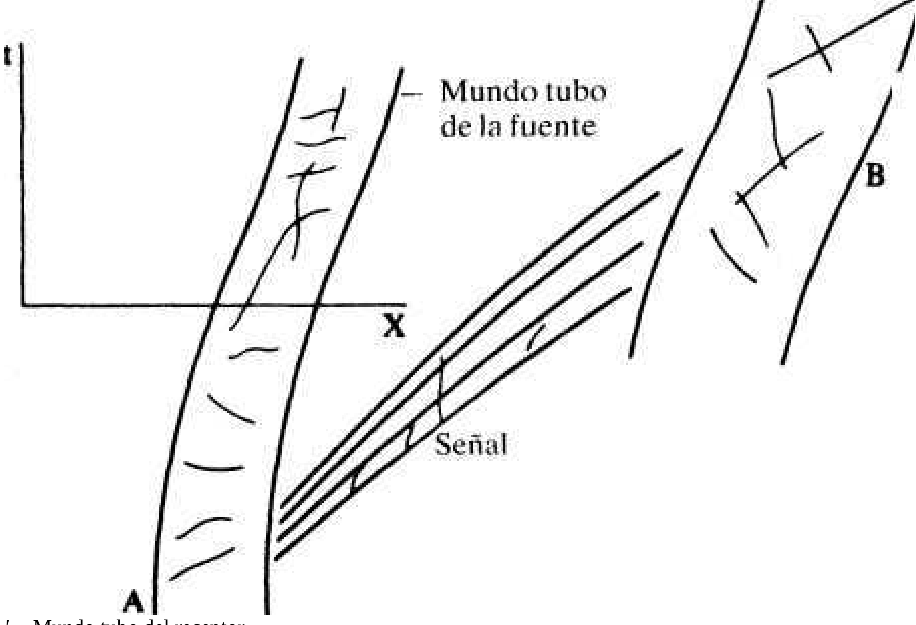
Sea como fuere, no nos ayudará mucho aquí hacer un análisis detallado de estos problemas. Nos será más útil atender a unas pocas dificultades generales, cuya consideración tal vez nos muestre que estos detalles no son muy relevantes en el contexto de la presente discusión.

En primer lugar, la teoría del campo cuántico comienza por definir un campo \|/ (x, *i).* Este campo es un operador cuántico, pero x y *t* describen un orden continuo en el espacio y el tiempo. Para expresarlo con más detalle, podemos escribir la matriz elemental \j/$_{y}$ (x, *i).* Sin embargo, en cuanto impongamos una invariancia relativista, deduciremos «fluctuaciones infinitas», es decir, \j/$_{í;}$ (x, *i)* será infinita y discontinua en general por las fluctuaciones cuánticas del «punto cero». Esto contradice el supuesto original de la continuidad de todas las funciones que requiere cualquier teoría relativista.

Esta importancia del orden continuo es, como ha sido apuntado en el apartado anterior, una seria debilidad de la teoría de la relatividad. Sin embargo, si tratamos con un orden discontinuo (por ejemplo, en el movimiento browniano), la noción de señal dejará entonces de ser relevante (y, con ella, la de su limitación a la velocidad de la luz). Si la noción de señal ya no es básica, seremos muy dueños otra vez de dar el papel principal a las estructuras extensas en nuestras descripciones.

Desde luego, la limitación a la velocidad de la luz se mantendrá en promedio y a la larga. Así, las nociones relativistas serán relevantes en los casos límite adecuados. Pero no hay ninguna necesidad de imponer la teoría de la relatividad a la teoría cuántica. Es el *orden descriptivo* subyacente el que, al imponernos una teoría u otra, nos lleva a conclusiones arbitrarias y posibles contradicciones.

Para que veamos cómo se llega a esto, hacemos notar que,



'— Mundo tubo del receptor

Figura 5.10

para que el papel fundamental que el relativismo atribuye a la posibilidad de *señalar* de una región *punto* a otra, tenga algún sentido, la *fuente* de la señal deberá estar claramente separada de la región en la cual se *recibe,* no sólo en el espacio, sino también en el sentido de que ambas deberán ser esencialmente autónomas en su comportamiento.

Así, como se muestra en la figura 5.10, si se emite una señal desde el mundo tubo de una fuente en *A,* deberá propagarse continuamente, sin cambio de orden, hasta *B,* el mundo tubo del receptor. Sin embargo, al describir esto en un nivel cuántico, el orden temporal de los acontecimientos en los mundos tubo *A* y *B,* según el principio de incertidumbre, puede dejar de ser definible de la manera acostumbrada. Sólo esto ya dejaría sin sentido la noción de señal. Además, la noción de una separación clara y distinta entre *A y* B, tanto como la de la posible autonomía de su comportamiento, dejarán de ser relevantes, porque habrá que considerar el «contacto» entre *A y B* de un modo parecido al del indivisible salto cuántico de un átomo desde un estado estacionario a otro. Además, el desarrollo posterior de esta noción, siguiendo las líneas del experimento de Einstein, Podolsky y Rosen, nos llevará a inferir que la conexión entre *A y B no* puede describirse generalmente como la propagación de influencias causales (tipo de propagación que es evidentemente necesario para suponer un «portador» de la señal).

Parece claro, pues, que la noción relativista de una señal simplemente no encaja coherentemente en el contexto del «cuanto». Esto ocurre básicamente porque una

señal así presupone que se puede realizar *cierta clase de análisis* que no es compatible con la clase de totalidad no dividida que implica la teoría cuántica. Con relación a esto hay que decir que, si bien es cierto que la teoría del campo unificado de Einstein niega la posibilidad de un análisis último del mundo en elementos componentes autónomos, la noción de que una señal pueda jugar un papel tan básico implica una especie de análisis, diferente y más abstracto, que se basa en una especie de «contenido de información» independiente y autónomo, que es diferente para regiones diferentes. Esta especie abstracta de análisis, no sólo puede ser incoherente con la teoría cuántica, sino que también es muy probable que lo sea con el concepto de totalidad no dividida que implican los demás aspectos de la teoría de la relatividad.

Lo que esto sugiere es que estamos considerando muy seriamente la posibilidad de abandonar la noción de señal como básica, aunque sigamos adelante con los demás aspectos de la teoría de la relatividad (especialmente con el principio de que las leyes son relaciones invariantes, y con que el análisis en componentes autónomos dejará de ser relevante por la no linealidad de las ecuaciones o por cualquier otro camino). Así, al abandonar esta adhesión a ciertos análisis que no armonizan con el contexto del «cuanto», abriremos el camino a una nueva teoría que comprende lo que todavía es válido en la teoría de la relatividad, pero que no niega la totalidad indivisible que presupone la teoría cuántica.

Por otra parte, la teoría cuántica también contiene una adhesión implícita a cierta clase de análisis muy abstracto que no armoniza con la clase de totalidad indivisible que presupone la teoría de la relatividad. Para que veamos en qué consiste, advertimos que las discusiones, como esta que se centra en el microscopio de Heisenberg, sólo ponen de manifiesto la indivisible totalidad que forman el instrumento de observación y el objeto observado, dentro del contexto de los resultados *reales* de un experimento. Sin embargo, en la teoría matemática, la función de onda se sigue considerando generalmente como una descripción de la totalidad de *potencialidades estadísticas* que se consideran como existentes por separado y autónomamente. En otras palabras, el *objeto real e individual* de la física clásica es reemplazado por una especie más abstracta de *objeto potencial y estadístico.* Decimos que este último corresponde al «estado cuántico del sistema» que, a su vez, corresponde a «la función de onda del sistema» (o, más generalmente, a un vector en el espacio de Hilbert). Este uso del lenguaje (por ejemplo, el introducir palabras como «estado de un sistema») implica que estamos pensando acerca de algo que tiene una clase de existencia separada y autónoma.

La coherencia de este modo de emplear el lenguaje depende en gran manera del supuesto matemático de que la ecuación de onda (es decir, la ley que gobierna los cambios con el tiempo de la función de onda, o del vector del espacio de Hilbert) es lineal. (Se han propuesto ecuaciones no lineales para operaciones de campo pero, hasta ahora, sólo se trata de una especie limitada de no linealidad, en el sentido de que la ecuación básica para «el vector de estado en el espacio de Hilbert» sigue siendo considerada como lineal.) Esta linealidad de las ecuaciones permite, pues, considerar que los «vectores de estado» tienen una especie de existencia autónoma (similar en cierto modo a la que, en las teorías clásicas de campo, se atribuye a los modos normales, pero con la diferencia de que en éstos son más abstractos).

Se supone que esta completa autonomía del «estado cuántico» de un sistema se mantiene solamente mientras no está siendo observado. Durante una observación se supone que se están tratando dos sistemas inicialmente autónomos que se han puesto en interacción.[7] Uno de ellos se describe como el «vector de estado del objeto observado», y el otro como «el vector de estado del aparato de observación».

Al considerar esta interacción se introducen ciertas características nuevas que permiten la existencia real de las potencialidades del sistema observado, a expensas

de otras que no pueden hacerse reales al mismo tiempo. (En el lenguaje matemático se dice que «el paquete de ondas se reduce» o que «se opera una proyección».)

Precisamente hay una gran controversia y discusión acerca de cómo debe ser tratado este paso, porque las nociones básicas que presupone no parecen muy claras. Pero no es nuestro propósito criticar en detalle estos esfuerzos. Sólo queremos señalar que todo este modo de encarar el problema vuelve a plantear, en el nivel abstracto de las potencialidades estadísticas, el misino tipo de análisis en componentes separados y autónomos que interactúan, que se negó en el nivel más concreto de los objetos individuales. Es precisamente esta clase de análisis abstracto el que no es coherente con el orden descriptivo básico que subyace a la teoría de la relatividad, porque, como ya hemos visto, la teoría de la relatividad no es compatible con tal análisis del mundo en componentes separados. Antes bien implica, en último extremo, que tales «objetos» deben considerarse como mutuamente mezclados (como lo hacen las singularidades de campo) hasta formar un todo indivisible. De un modo parecido, se puede considerar la idea de que, por medio de una no linealidad total o de cualquier otra manera, la teoría cuántica pueda cambiar de un modo tal que resulte una nueva teoría que presuponga asimismo una totalidad no dividida, no sólo en el campo de los fenómenos individuales reales, sino también en el de las potencialidades tratadas como agregados estadísticos. Así, los aspectos de la teoría cuántica que todavía son válidos podrán armonizar con los de la teoría de la relatividad que también lo son.

Comoquiera que sea, renunciar al papel básico de la señal y al del estado cuántico no es cosa baladí. Encontrar una teoría nueva que pueda seguir adelante sin ellos requerirá, evidentemente, nociones radicalmente nuevas de orden, de medida y de estructura.

Aquí podríamos sugerir que estamos en una posición en cierto modo similar a la de Galileo cuando comenzó sus investigaciones. Se ha realizado una gran cantidad de trabajo que demuestra lo inadecuado de las ideas antiguas, que se limitan a permitir que un abanico de hechos nuevos se *ajusten matemáticamente* (lo cual se puede comparar a lo que hicieron Copérnico, Kepler y otros), pero todavía no nos hemos liberado nosotros mismos del antiguo orden en el pensamiento, en el uso del lenguaje y en el modo de observar. Tenemos, pues, que percibir ya un *nuevo orden.* Al igual que con Galileo, esto debe suponer que podamos encontrar nuevas diferencias en las ideas antiguas para percibir que mucho de lo que se pensó que era básico pueda ser más o menos correcto, pero no es de relevancia primordial (como ocurrió, por ejemplo, con algunas de las ideas básicas de Aristóteles). Cuando nosotros veamos estas nuevas diferencias básicas, entonces seremos capaces (como ocurrió con Newton) de percibir una nueva proporción universal, o razón que relacione y unifique todas las diferencias. Esto, en definitiva, podrá llevarnos tan lejos de la teoría cuántica y de la relatividad, como las ideas de Newton fueron más allá de las de Copérnico.

Naturalmente, esto no se puede hacer de la noche a la mañana. Debemos trabajar paciente, lenta y cuidadosamente para comprender la situación general de la física de hoy bajo una nueva luz. Algunos de los pasos preliminares en este sentido serán discutidos en el siguiente capítulo.

6. LA TEORÍA CUÁNTICA COMO INDICIO DE UN ORDEN NUEVO EN LA FÍSICA

Parte B: Orden implicado y orden explicado en la ley física

1. Introducción

En el anterior capítulo se llamaba la atención sobre el surgimiento de un orden nuevo a través de la historia de la física. Un rasgo general del desarrollo de este tema ha sido la tendencia a considerar ciertas ideas básicas de orden como permanentes e inmutables. Se creyó, pues, que la tarea de los físicos era la de *acomodar* las observaciones nuevas *adaptándolas* a estas ideas básicas de orden, de modo que estas últimas se adecuaran a los hechos nuevos. Esta especie de adaptación comenzó con los epiciclos de Ptolomeo, que continuaron vigentes desde los tiempos antiguos hasta la obra de Copérnico, Kepler, Galileo y Newton. Desde el momento en que que las ideas básicas de orden en la física clásica estuvieron completa y claramente expresadas, se supuso que el trabajo posterior de la física consistiría en una adaptación dentro de este orden para acomodar los hechos nuevos. Esto continuó hasta la aparición de la relatividad y la teoría cuántica. Podemos decir acertadamente que, desde entonces, la tendencia principal del trabajo en la física ha sido la adaptación, dentro del orden general que subyace a estas teorías, para acomodar los hechos que éstas, a su vez, han permitido descubrir.

Podemos inferir de esto que se ha opinado generalmente que la acomodación a los sistemas de orden existentes es la actividad principal que debe fomentarse en la física, mientras que se ha supuesto que la percepción de órdenes nuevos es algo que sólo ocurre a veces, tal vez en períodos revolucionarios, durante los cuales se ha venido abajo lo que se consideraba el proceso normal de acomodación.[1]

Sobre este punto conviene considerar que Piaget[2] describió la percepción inteligente, como dos movimientos complementarios: *acomodación* y *asimilación.* Formado a partir de las raíces *mod,* que significa medida, y cora, que significa junto, el verbo acomodar significa «establecer una medida común» (véase el capítulo quinto para una discusión del sentido más amplio de las nociones de medida que son relevantes en este contexto). Ejemplos de acomodación son el ajuste, el corte según un patrón, la adaptación, la imitación, la conformidad con las reglas, etcétera. Por otra parte, «asimilar» es «digerir», o incluir en un todo comprehensivo e inseparable (que le incluye a uno mismo). Así, asimilar significa comprender y, por tanto, «entender».

Está claro que, en la percepción inteligente, acostumbra a dársele más importancia a la asimilación, mientras que la acomodación tiende a desempeñar un papel relativamente secundario porque se considera que su principal cometido es el de servir de ayuda a la asimilación.

Desde luego, en ciertos contextos somos capaces de acomodar algo que observamos a ciertos órdenes conocidos de pensamiento, y es precisamente con esta acción como lo asimilamos adecuadamente. Sin embargo, en contextos más generales, necesitaremos fijarnos mucho en que los antiguos órdenes del pensamiento pueden haber dejado de ser relevantes, porque ya no pueden adaptarse de un modo coherente para que se ajusten al hecho nuevo. Como detallamos en el capítulo quinto, se tendrá que ver la irrelevancia de las antiguas diferencias y la relevancia de las nuevas, y así se podrá abrir el camino a la percepción de los órdenes nuevos, las nuevas medidas y las nuevas estructuras.

Como es natural, esta percepción tendrá lugar de forma adecuada en casi todas las épocas, y no ha de limitarse a períodos extraordinarios y revolucionarios en los que

se perciba que los órdenes viejos ya no pueden seguir adaptándose convenientemente a los hechos. Antes bien deberíamos estar continuamente dispuestos a abandonar las viejas nociones de orden en los diferentes contextos, sean éstos amplios o restringidos, y para percibir los conceptos nuevos que puedan ser relevantes en estos contextos. Así, comprendiendo el hecho al asimilarlo en los órdenes nuevos, conseguiremos lo que tal vez se podría llamar el procedimiento normal de trabajar en la investigación científica.

Evidentemente, trabajar así es darle una importancia primordial a algo que se parece a la *percepción artística.* Esta percepción comienza observando la totalidad del hecho en su completa individualidad, y después, por grados, se articula el orden que es propio para la asimilación de este hecho. No se empieza con abstracciones preconcebidas sobre el orden que deberá ser, y que se adapta después al orden que se está observando.

¿Cuál es el papel que le corresponde a esta acomodación de los hechos a los órdenes, medidas y estructuras teóricos conocidos? Conviene advertir aquí que no hay que considerar a los hechos como si fueran objetos existentes por sí mismos que pudiéramos encontrar o recoger en el laboratorio. Más bien debemos advertir que la forma del sustantivo «hecho» es la misma del participio pasivo del verbo «hacer»: un hecho es «lo que ha sido *hecho*». Así, en cierto sentido, nosotros «hacemos» el hecho. Es decir, al comenzar la percepción inmediata de una situación real, desarrollamos el hecho al darle a continuación orden, forma y estructura mediante nuestros conceptos teóricos. Por ejemplo, al usar las nociones de orden que predominaban en los tiempos antiguos, los hombres llegaron a «hacer» el hecho de que los movimientos planetarios describían epiciclos, y se medían mediante éstos. En la física clásica, el hecho se «hizo» según el orden de la geometría riemanniana, y con una medida que implicaba conceptos como el de la «curvatura del espacio». En la teoría cuántica, el hecho se hizo según el orden de los niveles de energía, números cuánticos, grupos de simetría, etcétera, junto con las medidas apropiadas (por ejemplo, intersecciones de dispersión, cargas y masas de partículas, etcétera) .

Queda claro, pues, que los cambios de orden y de medidas en la teoría terminan por conducir a nuevos modos de realizar experimentos y a nuevas clases de instrumentos, los cuales, a su vez, conducen a «hacer» hechos de nuevas clases, correspondientemente ordenados y medidos. En este desarrollo, el hecho experimental sirve, en primera instancia, como una comprobación de las nociones teóricas. Después, como ya se ha señalado en el capítulo quinto, la forma general de la explicación teórica es la de una proporción o razón generalizada: «Así como *A* es a *B* en la estructura de nuestro pensamiento, del mismo modo es en la realidad». Esta proporción o razón constituye una especie de «medida común» o «acomodación» entre la teoría y la realidad.

Mientras prevalece una medida común, la teoría que se em plea no requiere cambio. Si se advierte que la medida común no se ajusta a la realidad, el primer paso que hay que dar es el de ver si se puede restablecer reajustándola dentro de la teoría, sin hacer cambios en el orden subyacente. Si, después de razonables esfuerzos, no se consigue esta acomodación adecuada, lo que entonces es necesario es una percepción renovada de *la totalidad del hecho.* Esto incluye ahora, no sólo los resultados de los experimentos, sino también el *abandono de ciertas características de la teoría para que ésta se adapte a los resultados experimentales en una «medida común».* Así, como hemos indicado antes, hay que ser muy consciente de todas las diferencias relevantes que subyacen a los órdenes principales en la teoría antigua, para ver si permiten un cambio del orden global. Estamos recalcando aquí que lo propio sería que esta clase de percepción se entretejiera continuamente con las actividades que intentan la acomodación, y que no se debería esperar para hacerlo a

que el conjunto de la situación se hiciera confuso y caótico, requiriendo en apariencia, para aclararlo, la destrucción revolucionaria del viejo orden.

Del mismo modo que la relatividad y la teoría cuántica han demostrado que no tiene sentido separar el aparato de observación de aquello que es observado, las consideraciones que discutimos aquí indican que no tiene sentido separar el hecho observado (juntamente con los instrumentos que hemos empleado para observarlo) de las nociones teóricas de orden que nos han ayudado a darle «forma» a este hecho. Cuando sigamos desarrollando nuevas nociones de orden que vayan más allá de las de la relatividad y la teoría cuántica, no será apropiado que intentemos aplicarlas inmediatamente a la resolución de los problemas corrientes que habrán surgido al considerar el reciente conjunto de hechos experimentales. Lo que requiere este contexto es que asimilemos muy ampliamente la totalidad del hecho en la física según las nuevas nociones teóricas de orden. Después de que este hecho haya sido ampliamente «digerido», podremos comenzar a vislumbrar nuevos caminos en los que probar estas nociones de orden y tal vez extenderlas en diferentes direcciones. Como hemos señalado al final del capítulo quinto, aquí debemos proceder lenta y pacientemente o, de lo contrario, los hechos «no digeridos» nos confundirán.

El hecho y la teoría se ven, pues, como aspectos diferentes de una totalidad en la cual no es relevante el análisis en partes separadas pero interactuantes. Es decir, la totalidad no dividida no sólo está implicada en el *contenido* de la física (notablemente en la relatividad y la teoría cuántica), sino también en la *manera de trabajar* en física. Esto significa que no podemos forzar *siempre* la teoría para que se ajuste a aquellos hechos que coinciden con los órdenes generales de descripción comúnmente aceptados, sino que también debemos estar dispuestos, cuando sea necesario, a aceptar cambios en lo que se entiende por hechos, cambios que pueden ser requeridos por la asimilación de tales hechos en nuevas nociones teóricas de orden.

2. *La totalidad no dividida: la lente y el holograma*

La totalidad no dividida de los modos de observación, instrumentación y comprensión teórica que hemos indicado, presupone la necesidad de considerar un *nuevo orden del hecho,* es decir, el hecho acerca de la manera en que los modos de comprensión teórica y de observación e instrumentación están relacionados mutuamente. Hasta ahora, más o menos justamente, hemos dado por sentada esta relación, sin prestar demasiada atención a cómo surge. Muy probablemente hemos obrado así por creer que el estudio de este tema pertenece más a la «historia de la ciencia» que a la «ciencia propiamente dicha». Sin embargo, se está sugiriendo ahora que la consideración de esta relación es esencial para comprender adecuadamente la ciencia misma, porque el contenido del hecho observado no puede ser contemplado coherentemente como algo separado de los modos de observación e instrumentación y los modos de la comprensión teórica.

Podemos ver un ejemplo de la muy estrecha relación que existe entre la instrumentación y la teoría cuando consideramos la *lente,* que fue uno de los instrumentos verdaderamente clave en el desarrollo del pensamiento científico moderno. La característica esencial de una lente es, como se indica en la figura 6.1, la de que forma una *imagen* en la cual, un punto dado P, en el objeto, corresponde (con un alto grado de aproximación) a un punto *Q* en la imagen. Al producir así una correspondencia muy ¡ nítida entre los rasgos específicos del objeto y los de su imagen, la lente refuerza la atención del hombre sobre las diferentes partes del objeto y sobre las relaciones entre estas partes. De este modo fomentará la tendencia a pensar en términos de análisis y síntesis.

lente

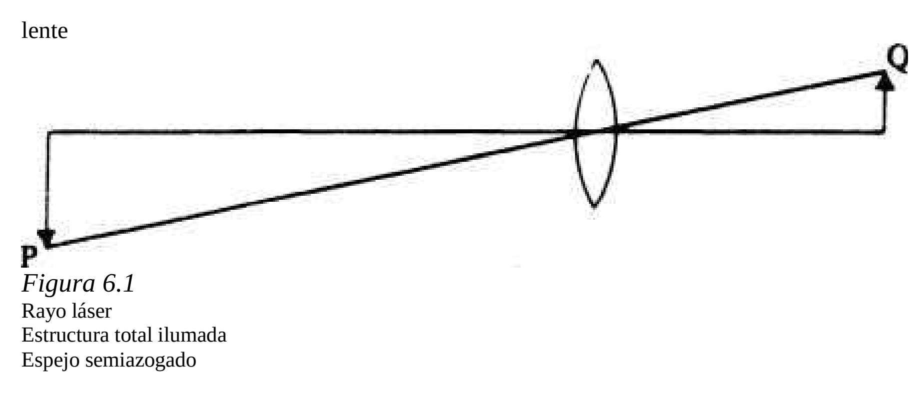


Figura 6.1

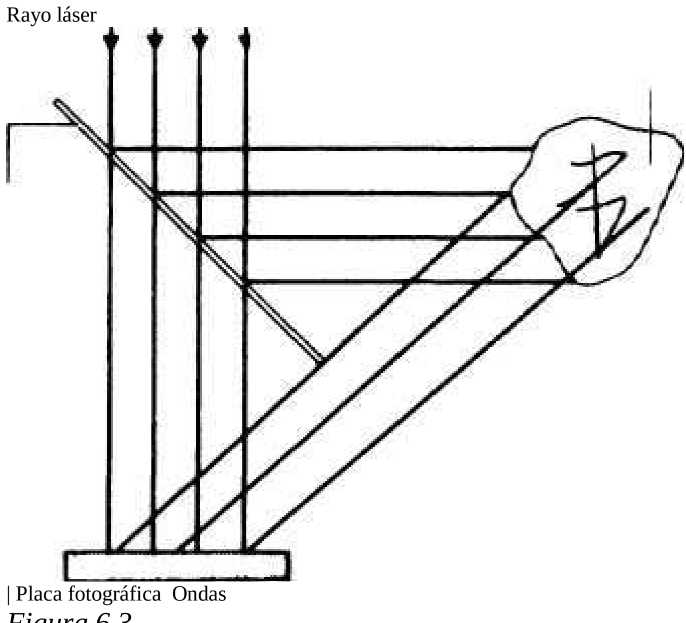
Rayo láser
Estructura total ilumada
Espejo semiazogado

Placa fotográfica
Figura 6.2

Además, la lente hace posible extender de forma muy notable el orden clásico de análisis y síntesis a objetos que estaban demasiado lejos, eran demasiado grandes o demasiado pequeños, o se movían con demasiada rapidez como para que pudieran ordenarse así mediante una visión sin ayudas. Como resultado de ello, los científicos se vieron estimulados para extrapolar sus ideas y para pensar que tal propuesta sería relevante y válida para cualquier alcance que se propusieran, en cualesquiera condiciones, contextos y grados de aproximación posibles.

Sin embargo, como se ha visto en el capítulo quinto, tanto la relatividad como la teoría cuántica suponen una totalidad no dividida, en la cual el análisis en partes distintas y bien definidas ya no es relevante. ¿Existe un instrumento que pueda ayudarnos a obtener cierta penetración perceptiva inmediata en lo que entendemos por totalidad no dividida, del mismo modo que la lente lo hace en lo que entendemos por análisis de un sistema en partes? Aquí sugerimos que se puede conseguir tal penetración si consideramos el *holograma.* (Este nombre deriva de las palabras griegas *holo,* que significa «todo», y *gramma,* que significa «escritura». Así, el holograma es un instrumento que, como si dijéramos, «escribe el todo».)

Rayo láser



| Placa fotográfica Ondas
Figura 6.3

Como se muestra en la figura 6.2, la luz coherente de un láser pasa a través de un espejo semiazogado. Parte de este rayo incide directamente sobre una placa

fotográfica, mientras que la otra parte es reflejada para iluminar cierta estructura total. La luz reflejada desde esta estructura total alcanza también la placa, en donde interfiere con la que llega allí directamente. El patrón de interferencia resultante que se registra en la placa no sólo es muy complejo sino que acostumbra a ser tan fino que ni siquiera es visible a simple vista. Sin embargo, está relacionado en cierto modo con la totalidad de la estructura iluminada, aunque de una manera implícita.

Esta relación del patrón de interferencia con la totalidad de la estructura iluminada, se revela cuando se ilumina la placa fotográfica con un rayo láser. Como se muestra en la figura 6.3, se crea entonces un frente de onda que es muy parecido en su forma al que llega de la estructura original iluminada. Colocando el ojo en esta posición, se ve, en efecto, el conjunto de la estructura original, en tres dimensiones y desde una serie de puntos de vista (como si lo estuviéramos mirando a través de una ventana muy pequeña).

Es claro, pues, que aquí no se trata de una correspondencia biunívoca entre las partes de un «objeto iluminado» y las partes de una «imagen de este objeto en la placa». Antes bien, el patrón de interferencia de cada región *R* de la placa está relacionado con la estructura entera, y cada región de la estructura está relacionada con la totalidad del patrón de interferencia de la placa.

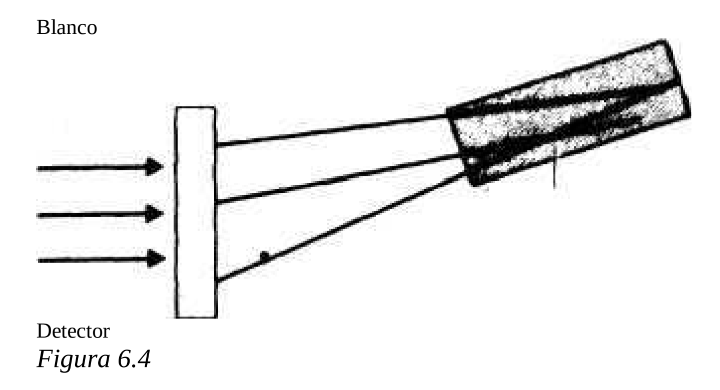


Figura 6.4

Por las propiedades ondulatorias de la luz, ni siquiera una lente puede producir una correspondencia biunívoca exacta. Por consiguiente, una lente puede considerarse como un caso límite de holograma.

Aún podemos decir más: los experimentos típicos, como acostumbran a realizarse en la física (especialmente en el contexto del «cuanto»), se parecen más en su conjunto, en la información que proporcionan sobre el significado de sus observaciones, al caso general de un holograma que al caso especial de una lente. Por ejemplo, consideremos un experimento de dispersión. Como se muestra en la figura 6.4, lo que podemos observar en el detector está relacionado generalmente con la totalidad del blanco o, al menos, con un área lo suficientemente amplia como para contener una importante cantidad de átomos.

Además, aunque se intentara en principio conseguir una imagen de un átomo en particular, la teoría cuántica presupone que hacerlo tendría muy poco o ningún sentido. En efecto, como demuestra la discusión sobre el experimento de Heisenberg con el microscopio, que hemos explicado en el capítulo quinto, la formación de una imagen es precisamente lo que *no* es relevante en un contexto «cuántico»; como mucho, una discusión sobre la formación de la imagen sólo servirá para señalar los límites de aplicabilidad de los modos de descripción clásicos.

Así podemos decir que, en la investigación habitual en la física, un instrumento tiende a estar relacionado con la estructura entera, de un modo bastante parecido a lo que ocurre con un holograma. A decir verdad, hay ciertas diferencias. Por ejemplo, en los experimentos habituales con haces de electrones o con rayos X, éstos son

escasamente coherentes en distancias apreciables. No obstante, si pudiéramos demostrar que es posible desarrollar algo parecido a un láser electrónico o un láser de rayos X, los experimentos con ellos revelarían directamente estructuras «atómicas» o «nucleares», del mismo modo que lo hace el holograma con las estructuras ordinarias a gran escala, sin que nos hicieran falta las complejas cadenas de inferencia que actualmente estamos necesitando.

3. Orden implicado y orden explicado

Lo que estamos sugiriendo aquí es que la diferencia entre la lente y el holograma puede tener mucha importancia para la percepción de un orden nuevo que sea relevante para la ley física. Del mismo modo que Galileo advirtió la distinción entre un medio viscoso y el vacío, y se dio cuenta de que la ley física debía referirse con preferencia al orden del movimiento de un objeto en el vacío, así podemos advertir ahora la diferencia entre una lente y un holograma, y considerar la posibilidad de que la ley física se refiera con preferencia al orden de totalidad no dividida del contenido de una descripción, más parecido al que nos proporciona un holograma, que al orden de análisis en partes separadas de tal contenido, que nos indica una lente.

No obstante, cuando se abandonaron las ideas de Aristóteles sobre el movimiento, Galileo y sus seguidores tuvieron que considerar la cuestión de cómo debería describirse adecuadamente el nuevo orden de movimiento en sus detalles. La respuesta vino con las coordenadas cartesianas, que se extendieron al lenguaje del cálculo (ecuaciones diferenciales, etcétera). Pero, naturalmente, esta clase de descripción solamente es apropiada dentro de un contexto en el que es relevante el análisis en partes diferentes y autónomas, y, por consiguiente, habrá que abandonarlo ahora. ¿Cuál será, pues, la nueva clase de descripción adecuada al contexto presente?

Igual que sucedió con las coordenadas cartesianas y el cálculo, esta cuestión no puede resolverse inmediatamente en forma de instrucciones concretas como «qué hay que hacer». Antes habrá que observar la nueva situación muy amplia y provisionalmente, y procurar «sentir» cuáles podrán ser sus características relevantes nuevas. De esto surgirá un discernimiento del nuevo orden que se articulará y desplegará de un modo natural (y no como resultado de los esfuerzos por hacer que este orden se ajuste, hasta donde seamos capaces de conseguirlo, a nociones bien definidas y preconcebidas).

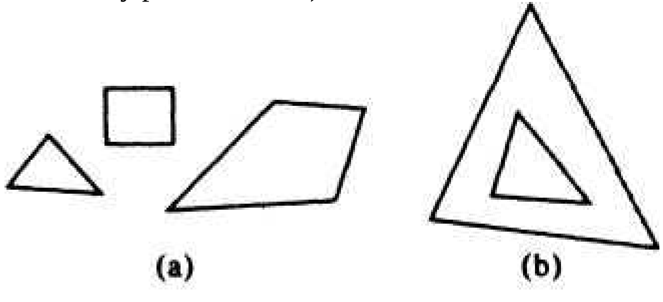


Figura 6.5

(c)

Podemos comenzar esta investigación advirtiendo que, en cierto sentido sutil, que no aparece en la visión ordinaria, el patrón de interferencia puede distinguir, en toda la placa, diferentes órdenes y medidas de la totalidad de la estructura iluminada. Por ejemplo, la estructura iluminada puede contener toda suerte de formas y tamaños de figuras geométricas (indicadas en la figura 6.5a), tanto como relaciones topológicas, como «dentro» y «fuera» (indicadas en la figura 6.5b), o «intersección» y

«separación» (indicadas en la figura 6.5c). Todas ellas producen diferentes patrones de interferencia, y es esta diferencia la que, en cierto modo, vamos a describir en detalle.

Sin embargo, las diferencias que hemos indicado no están sólo en la placa. En verdad, ésta es de importancia secundaria, en el sentido de que su función principal es la de ser un «registro escrito» relativamente permanente del patrón de interferencia de la luz que está presente en cada región del espacio. Sea como fuere, en cada una de estas regiones el movimiento de la luz contiene implícitamente una gran cantidad de distinciones de orden y de medida, propias de toda la estructura iluminada. Es cierto que, en principio, esta estructura se extiende por todo el universo y sobre la totalidad del pasado, con implicaciones para todo el futuro. Consideremos, por ejemplo, cómo, cuando miramos el cielo nocturno, somos capaces de discernir estructuras que abarcan inmensas extensiones de espacio y de tiempo, y que, en cierto modo, están contenidas en los movimientos de la luz en el diminuto espacio abarcado por el ojo (y también cómo los instrumentos, como los telescopios ópticos y de radio, pueden discernir un contenido cada vez mayor de esta totalidad, en cada región del espacio).

Aquí se encuentra el germen de una nueva noción de orden. Este orden ya no debe ser comprendido únicamente como una distribución regular de *objetos* (por ejemplo, en hileras), ni como una distribución regular de *acontecimientos* (por ejemplo, en una serie). Más bien se contiene un *orden total,* en un sentido *implícito,* en cada región del espacio y del tiempo.

Ahora bien, la palabra «implícito» es un participio del verbo «implicar», que significa «plegar hacia adentro» (del mismo modo que «multiplicar» significa «plegar muchas veces»). Esto nos lleva a explorar la noción de si, en cierto sentido, cada región contiene la estructura total «plegada» dentro de ella.

Nos será útil para esta exploración considerar algunos ejemplos más de orden «plegado» o *implicado.* Así, en una emisora de televisión, la imagen visual se traduce a un orden temporal que es «transportado» por la onda de radio. Los puntos que están próximos en la imagen visual no es necesario que lo estén también en el orden de la señal de radio. Así, la onda de radio transporta la imagen visual en un orden implicado. La función del receptor es, pues, la de *explicar* este orden, es decir, «desplegarlo» en la forma de una nueva imagen visual.

Un ejemplo más sorprendente de orden implicado puede demostrarse en el laboratorio, con un recipiente transparente, lleno de un fluido muy viscoso, como la melaza, y equipado con un rotor mecánico capaz de «remover» el fluido muy lentamente, pero en todo su volumen. Si dejamos caer una gota de tinta insoluble en el fluido y ponemos en movimiento el aparato remo vedor, la gota de tinta se irá transformando gradualmente en una hebra que se irá extendiendo por todo el fluido. Al final, aparecerá como distribuida más o menos «al azar», de modo que se verá como una cierta sombra gris. Pero, si hacemos girar ahora el rotor mecánico removedor en la dirección opuesta, la transformación se hará a la inversa, y la gota de tinta aparecerá de repente, reconstituida. (Esta ilustración del orden implicado se discutirá en el próximo capítulo.)

Aunque la tinta estaba distribuida en lo que parecía ser al azar, sin embargo tenía *cierta clase* de orden que era diferente, por ejemplo, del que obtendríamos con otra gota que se colocara al principio en una posición diferente. Pero este orden está *plegado* o *implicado* en la «masa gris» que era visible en el fluido. Así podemos «plegar» toda una imagen. Imágenes diferentes parecerían indistinguibles una de otra, y, sin embargo, tendrían órdenes implicados diferentes, cuyas diferencias se revelarían al ser explicados cuando el aparato removedor girara en sentido contrario.

Lo que ocurre aquí es similar, en ciertos aspectos decisivos, a lo que ocurre con el holograma. A decir verdad, hay diferencias. Así, con cierto análisis suficientemente

sutil, podríamos ver que las *partes* de la gota de tinta siguen conservando una mutua correspondencia cuando son removidas y el Huido se mueve continuamente. En cambio, en el funcionamiento del holograma no existe esta correspondencia mutua. Así, en el holograma (como también en los experimentos en un contexto «cuántico»), no hay manera de reducir al final el orden implicado a un tipo más sutil y complejo de orden explicado.

Todo esto llama nuestra atención sobre la relevancia de una distinción nueva entre orden implicado y orden explicado. Hablando en general, las leyes físicas se han referido hasta ahora principalmente al orden explicado. En efecto, puede decirse que la principal función de las coordenadas cartesianas es, precisamente, la de proporcionar una descripción clara y precisa del orden explicado. Ahora estamos proponiendo que, al formular las leyes de la física, se le dé una relevancia principal al orden implicado, mientras que el orden explicado deberá tener una significación de relevancia secundaria (por ejemplo, como ocurrió con la noción aristotélica del movimiento tras el desarrollo de la física clásica). Así podemos esperar que ya no se le siga dando una importancia primordial durante mucho tiempo más a la descripción según las coordenadas cartesianas, y que, por tanto, deberá desarrollarse un nuevo tipo de descripción para discutir las leyes de la física.

4. El holomovimiento y sus aspectos

Para indicar un nuevo tipo de descripción que sea la apropiada para darle una relevancia principal al orden implicado, consideraremos una vez más la característica clave del funcionamiento del holograma, es decir, que, en cada región del espacio, el orden de toda la estructura iluminada está «plegado» y «transportado» en el movimiento de la luz. Algo similar ocurre con una señal que modula una onda de radio (véase la figura 6.6). En ambos casos, el contenido o significado que está «plegado» y «transportado» es, principalmente, un orden y una medida que permiten el desarrollo de una estructura. Con la onda de radio, esta estructura puede ser la de una comunicación verbal, una imagen visual, etcétera, pero, con el holograma, pueden envolverse así estructuras mucho más sutiles (notablemente, estructuras tridimensionales, visibles desde diferentes puntos de vista).

Más generalmente, estos orden y medida pueden ser «plegados» y «transportados» no sólo por ondas electromagnéticas, sino también «por haces de electrones, sonido y otras incontables formas de movimiento». Tanto para generalizar este concepto como para poner de relieve la totalidad no dividida, tendremos que decir que lo que «transporta» un orden implicado es *el holomovimiento,* que a su vez es también una totalidad no fragmentada ni dividida. En algunos casos podremos abstraer aspectos particulares del holomovimiento (por ejemplo, la luz, los electrones, el sonido, etcétera), pero, más generalmente, todas las formas de holomovimiento se entremezclan y son inseparables. Así, en su totalidad, el holomovimiento no se encuentra limitado de ningún modo en absoluto.

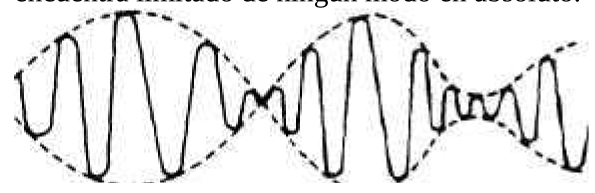


Figura 6.6

No es necesario que se conforme a un orden particular, o que esté delimitado por ninguna medida especial. Así, *el holomovimiento es indefinible e inmensurable.*

Darle una importancia de primer orden al indefinible e inmensurable holomovimiento implica que no tiene sentido alguno hablar de una teoría

fundamental, en la cual *toda* la física pudiera encontrar una base *permanente*, o a la cual pudieran reducirse en definitiva *todos* los fenómenos de la física. Antes bien, cada teoría abstraerá cierto aspecto que solamente es *relevante* en cierto contexto limitado, que se indica con cierta medida apropiada.

Al discutir cómo puede fijarse la atención en estos aspectos, será útil recordar que la palabra «relevante» se deriva del verbo «relevar», que ha sido abandonado por el lenguaje común, y que significa «levantar» (como «elevar»). Así podemos decir, en un contexto particular que podamos estar considerando, que los modos generales de descripción que corresponden a una teoría dada sirven para *relevar* cierto contenido, es decir, elevarlo a la atención para que surja «en relieve». Si este contexto es pertinente dentro del contexto que está siendo discutido, diremos que es *relevante* y, si no lo es, que es *irrelevante.*

Para ilustrar lo que significa relevar ciertos aspectos del orden implicado en el holomovimiento, será útil considerar una vez más el ejemplo del aparato mecánico para remover un fluido viscoso, tal como se describía en el apartado anterior. Supongamos que primero colocamos una gota de tinta y que hacemos girar el mecanismo removedor hasta que dé *n* vueltas. Después, colocamos otra gota de tinta cerca y volvemos a remover // vueltas más. Podemos repetir este proceso indefinidamente con largas series de gotas, distribuidas más o menos a lo largo de una línea, como se muestra en la figura 6.7.

Figura 6.7

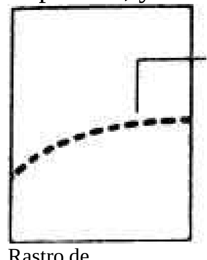
Supongamos, después de haber «plegado» así un gran número de gotas, que hacemos girar el aparato de remover en sentido contrario, pero tan rápidamente que las gotas individuales no queden resueltas (separadas) por la percepción. Entonces veremos lo que parecerá ser un objeto «sólido» (por ejemplo, una partícula) que se mueve continuamente en el espacio. Este objeto móvil aparece primariamente en la percepción inmediata porque el ojo no es sensible a las concentraciones de tinta inferiores a cierto mínimo, de modo que no ve directamente la «totalidad del movimiento» de la tinta. Su percepción más bien *releva un cierto aspecto.* Es decir, hace que este aspecto surja «en relieve» mientras que el resto del fluido se ve solamente como un «fondo gris» en cuyo interior parece moverse el «objeto» referido.

Desde luego, tal aspecto tiene poco interés *en sí mismo*, es decir, aparte de su *significado más amplio.* Así, en el presente ejemplo, uno de los significados posibles es el de que *realmente* sea un objeto autónomo que se mueve por el fluido. Esto significaría, desde luego, que se debería considerar el orden total de movimiento como similar al propio del aspecto inmediatamente percibido. En ciertos contextos, tal significado es pertinente y adecuado (por ejemplo, si estamos en el nivel ordinario de experiencia, tratando de una piedra que vuela por el aire). Sin embargo, en el contexto presente, lo procedente será un significado diferente, y éste sólo podrá ser comunicado mediante una descripción muy diferente.

Tal descripción tendrá que comenzar por relevar *conceptualmente* ciertos órdenes más amplios de movimiento, que van más allá de cualquiera de los que sean similares a los que son relevados en una percepción inmediata. Al hacerlo, se comienza siempre con el holomovimiento y, después, se abstraen aspectos especiales que abarcan una totalidad lo suficientemente amplia como para que puedan tener una descripción adecuada en > el contexto que se discute. En el ejemplo presente, esta totalidad deberá incluir la totalidad de los movimientos del fluido y de la tinta tal como los determina el aparato mecánico de remover, y el movimiento de la luz, que nos hace posible percibir lo que está ocurriendo, además del movimiento del ojo y

del sistema nervioso, que determina las distinciones que podemos percibir en el movimiento de la luz.
Puede así decirse que el contenido relevado a la percepción inmediata (es decir, el «objeto móvil») es una especie de *intersección* entre dos órdenes. Uno de ellos es el orden de movimiento que surge de la posibilidad de un contacto perceptivo directo (en este caso, el de la luz y la respuesta del sistema nervioso a esta luz), y el otro es un orden de movimiento determinado por el contenido detallado que se percibe (en este caso, el orden del movimiento de la tinta en el fluido). Evidentemente, tal descripción como intersección de órdenes resulta, por lo general, muy aplicable.[3]
Ya se ha visto que, por lo general, el movimiento de la *luz* debe describirse como «la envoltura y transporte» de órdenes implicados que son relevantes para una estructura total, en la que no es aplicable el análisis en partes separadas y autónomas (aunque, naturalmente, en ciertos contextos limitados pueda ser adecuada una descripción según órdenes explicados). Sin embargo, en el ejemplo presente es apropiado describir el movimiento de *la tinta* en términos similares. Es decir, en el movimiento, ciertos órdenes implicados (en la distribución de la tinta) se convierten en explicados, mientras que órdenes explicados se hacen implicados.
Para especificar este movimiento con más detalle, será de utilidad que introduzcamos aquí una nueva *medida,* es decir, un «parámetro de implicación», que llamaremos *T.* En el fluido, será el número de vueltas que harán falta para llevar una gota dada a su forma explicada. La estructura total de la tinta presente en cada momento deberá, pues, considerarse como una serie ordenada de subestructuras, en la que cada una de ellas corresponderá a una sola gota *N* con su parámetro de implicación T_N.
Evidentemente, aquí tenemos una noción nueva de estructura, pero no vamos a estar mucho tiempo construyendo estructuras únicamente con distribuciones ordenadas y medidas en las cuales juntamos cosas separadas, todas las cuales se explican juntamente. Antes bien tendremos que considerar estructuras en las que se puedan distribuir, con un cierto orden, aspectos de diferentes grados de implicación (como el que hemos medido con *T).*
Estos aspectos pueden ser bastante complejos. Por ejemplo, podemos implicar una «imagen entera» haciendo girar el aparato de remover *n* vueltas. Después podemos implicar otra imagen un poco diferente, y seguir así de forma indefinida. Si hacemos girar rápidamente el aparato de remover en sentido contrario, veremos una «escena tridimensional» que consistirá aparentemente en un «sistema total» de objetos en continuo movimiento o interacción.
En este movimiento, la «imagen» presente en cada momento dado constaría solamente de aspectos que pueden ser explicados juntos (es decir, aspectos que corresponden a cierto valor de la implicación del parámetro 7). Del mismo modo que los acontecimientos que ocurren al mismo tiempo decimos que son *sincrónicos,* así podremos llamar *sinordenados* los aspectos que pueden explicarse juntos, mientras que los que no pueden ser explicados juntos deberán ser llamados *asinordenados*. Evidentemente, las nuevas nociones de estructura que estamos discutiendo incluirán aspectos *asinordenados,* mientras que las nociones previas incluirán solamente

aspectos *sinordenados.*
Hay que subrayar aquí que el orden de implicación, tal como lo mide el parámetro *T*, no tiene necesariamente una relación con el orden de tiempo (como lo mide *otro* parámetro, *t).* Estos dos parámetros solamente están relacionados de una manera *contingente* (en este caso, por la cantidad de vueltas del aparato de remover). El parámetro Tes el directamente relevante para la descripción de la estructura implicada, y no el parámetro *t.*



Rastro de
«partículas elementales»
Emulsión

Figura 6.8

Cuando una estructura es a*sinordenada* (es decir, que esta constituida por aspectos con diferentes grados de implicación), el orden de tiempo no es, en general, el más adecuado para la expresión de la ley. Más bien, como puede verse al considerar los ejemplos anteriores, la *totalidad del orden implicado* esta presente en todo momento de tal manera que la estructura entera que se origina de éste, se puede describir sin que sea necesario darle una importancia primaria al tiempo. La ley de la estructura será, pues, precisamente, una ley que relacionará diversos aspectos con diferentes grados de implicación. Una ley así, naturalmente, no será determinista *en el tiempo.* Pero, con lo dicho en el capítulo quinto, el determinismo en el tiempo no es la única forma de proporción o razón, y, mientras vayamos encontrando proporción o razón en los órdenes que son primariamente relevantes, esto será todo lo que necesitaremos para la ley. .
En el «contexto cuántico» se puede encontrar una similitud significativa con los órdenes de movimiento que hemos descrito en los ejemplos sencillos que acabamos de describir. Así, como se muestra en la figura 6.8, generalmente se observan «partículas elementales» según rastros que se supone que describen en aparatos de detección (emulsiones fotográficas, cámaras de burbujas, etcétera). Evidentemente, no se debe considerar este rastro más que como un *aspecto* que aparece en la percepción inmediata (como ocurría con la secuencia móvil de las gotas de tinta de la figura 6.7). Describirlo como el rastro de una «partícula» es, pues, suponer además que el orden principalmente relevante del movimiento es similar al que existe en el aspecto inmediatamente percibido.
Sin embargo, toda la discusión acerca del nuevo orden implícito en la teoría cuántica demuestra que no puede seguir manteniéndose lógicamente tal descripción. Por ejemplo, la necesidad de describir el movimiento de un modo discontinuo, según «saltos cuánticos», implica que la noción de la órbita bien definida de una partícula, que une las marcas visibles que constituyen el rastro, no tiene ningún sentido. En todo caso, las propiedades ondapartícula de la materia demuestran que el movimiento global depende de la disposición experimental total, de un modo que no es coherente con la idea de un movimiento autónomo de partículas localizadas; y, desde luego, la discusión del experimento del microscopio de Heisenberg indica la relevancia de un orden nuevo de totalidad no dividida, en el que no tiene sentido hablar de un objeto observado como si estuviera separado de la situación experimental entera en la que se hace la observación. Así, el uso del término descriptivo «partícula» en este contexto «cuántico» es verdaderamente engañoso.

Tenemos aquí algo similar, en ciertos aspectos importantes, al ejemplo de remover tinta dentro de un fluido viscoso. En ambos casos aparece en la percepción inmediata un orden explicado que no se puede considerar lógicamente como autónomo. En el ejemplo de la tinta, el orden explicado está determinado por una intersección del orden implicado de «todo el movimiento» del fluido, con un orden implicado de distinciones en la densidad de la tinta que quedan relieve en la percepción de los sentidos. En el contexto «cuántico», esta similitud será una intersección de un orden implicado de cierto «movimiento total», que corresponde a lo que hemos llamado, por ejemplo, «el electrón», con otro orden implicado de distinciones, que son puestas de relieve (y registradas) por nuestros instrumentos. Así, la palabra «electrón» no deberá considerarse de otro modo que como un nombre con el cual llamamos la atención sobre cierto aspecto del holomovimiento, un aspecto que solamente se podrá discutir si tenemos en cuenta la situación experimental en
tera, y que no podrá ser especificado como objeto localizado que se mueve autónomamente por el espacio. Y, naturalmente, cualquier clase de «partícula» que, en la física corriente, se dice que es un constituyente básico de la materia, deberá ser discutida en los mismos términos (porque tales «partículas» ya no se van a considerar como autónomas y existentes por separado). Así llegamos a una nueva descripción general de la física, en la cual «todo lo implica todo» en un orden de totalidad no dividida.

En el apéndice a este capítulo se ofrece una discusión matemática acerca de cómo se puede asimilar el contexto «cuántico» en la clase de orden implicado que acabamos de discutir.

5. *La ley en el holomovimiento*

Hemos visto que, en el contexto «cuántico», el orden, en cualquier aspecto del mundo inmediatamente perceptible, se debe considerar como procedente de un orden implicado más amplio, en el cual terminan mezclándose todos los aspectos en el indefinible e inmensurable holomovimiento. ¿Cómo vamos a comprender, pues, el hecho de que las descripciones que suponen el análisis del mundo en componentes autónomos sean útiles, al menos en ciertos contextos? (Por ejemplo, aquellos en los que es válida la física clásica.)

Antes de responder a esta pregunta, advirtamos que la palabra «autonomía» procede de dos palabras griegas: *auto,* que significa «sí mismo», y *nomos,* que significa «ley». Así, ser autónomo es ser *gobernado por sí mismo.*

Evidentemente, nada es «una ley hacia sí mismo». Como máximo, algo puede comportarse con un *relativo y limitado grado* de autonomía, bajo ciertas condiciones y hasta cierto grado de aproximación. En efecto, cada cosa relativamente autónoma (por ejemplo, una partícula) está limitada por otras cosas relativamente autónomas. Se acostumbra a describir esta limitación como *interacción.* No obstante, introduciremos aquí la palabra «heteronomía» para llamar la atención sobre una ley

en la cual muchas cosas relativamente autónomas están relacionadas de este modo; es decir, externamente y de un modo más o menos mecánico.

Ahora bien, lo que es característico de la heteronomía es la aplicabilidad de *descripciones analíticas.* (Como señalamos en el capítulo anterior, la palabra «análisis» procede de la raíz griega *lysis,* que significa «disolución» o «disgregación». Puesto que el prefijo «ana» significa «arriba», podemos decir que «analizar» significa «disgregar desde arriba», es decir, obtener una visión amplia,

como desde una gran altura, de componentes que se ven como autónomos y separadamente evidentes, aunque en mutua interacción.)

Sin embargo, como se ha visto, estas descripciones analíticas dejan de ser adecuadas en contextos suficientemente amplios. Esto es, pues, lo que llamamos *holonomía,* es decir, la ley de la totalidad. La holonomía no niega totalmente la relevancia del análisis en el sentido que acabamos de discutir. Ciertamente, «la ley de la totalidad» incluirá por lo general la posibilidad de describir la «disgregación» entre los diferentes aspectos, con lo que serán relativamente autónomos en contextos limitados (también incluirá la posibilidad de describir las interacciones de estos aspectos en un sistema de heteronomía). Sin embargo, toda forma de relativa autonomía (y de heteronomía) quedará finalmente limitada por la holonomía, de tal modo que, en un contexto lo suficientemente amplio, se verá que tales formas son tan sólo aspectos, relevados en el holomovimiento, más que cosas en interacción, inconexas y existentes por separado.

Generalmente, los investigadores científicos han comenzado por poner de relieve aspectos de la totalidad en apariencia autónomos. El estudio de las leyes de estos aspectos ha tenido más

importancia al principio pero, por regla general, este tipo de estudio ha conducido gradualmente a la consciencia de que estos aspectos estaban relacionados con otros que al principio se creía que no tenían nada que ver con el tema que primero les interesó.

De vez en cuando se ha reunido un amplio abanico de aspec

tos dentro de un «nuevo todo», como un orden general finalmente válido que, desde entonces, debía adaptarse (del modo discutido en el apartado 1) para que se ajustara a cualesquiera hechos que se pudieran observar o descubrir posteriormente.

Sin embargo, aquí queda implícito que incluso puede revelarse un «nuevo todo» que no es más que un aspecto de otro «todo nuevo». Por esto no se debe considerar la holonomía como un objetivo fijo y final de la investigación científica, sino más bien como un movimiento en el cual están emergiendo continuamente «nuevos todos». Y, desde luego, esto también implica que la ley total del holomóvimiento indefinible e inmensurable nunca será conocida, ni especificada, ni formulada con palabras. Tal ley debe ser considerada necesariamente como *implícita.*

Vamos a discutir ahora la cuestión general de la asimilación, en esta noción de ley, del hecho global en física.

Apéndice: El orden implicado y el orden explicado en la ley física

A. / *Introducción*

En este apéndice, las nociones de orden implicado y orden explicado, que hemos introducido antes, se formularán de un modo más matemático.

No obstante, es importante poner de relieve que aquí no estamos considerando las matemáticas y la física como estructuras separadas pero relacionadas mutuamente (como se podría decir, por ejemplo, cuando se aplican las matemáticas a la física como se aplica la pintura a la madera). Lo que estamos sugiriendo es que hay que considerar las matemáticas y la física como aspectos de una única totalidad no dividida.

Al discutir esta totalidad, comenzaremos por el lenguaje general que se usa para la descripción en la física. Así podemos decir que *matematizamos* este lenguaje, es decir, lo articulamos o definimos con más detalle para que nos permita hacer declara

dones más precisas, de las cuales podamos deducir un amplio abanico de inferencias significativas, de un modo claro y coherente.

Para que el lenguaje general y el matemático puedan colaborar coherente y armoniosamente, ambos aspectos deben ser parecidos en ciertos aspectos clave, aunque, como es natural, serán diferentes en otros (en especial en que el aspecto matemático puede llegar a inferencias con más precisión). Al considerar estas similitudes y diferencias, podrá surgir lo que llamaríamos una especie de «diálogo», en el cual se crean nuevos significados que serán comunes a ambos aspectos. Es en este «diálogo» donde deberemos considerar la totalidad del lenguaje general y el de las matemáticas.

En este apéndice indicaremos, aunque sólo sea de una mañera muy preliminar y provisional, cómo podemos matematizar el lenguaje general para desarrollar los órdenes implicado y explicado de una manera coherente y armoniosa.

A.2 Sistemas euclidianos de orden y de medida

Comenzaremos por la descripción matemática del orden explicado.

El orden explicado surge en primer lugar como un cierto aspecto de la percepción sensorial, y de la experiencia dentro del contexto de ésta. Hay que añadir que, en física, el orden explicado suele revelarse a sí mismo en los resultados observables sensiblemente del funcionamiento de un instrumento.

Lo que es común al funcionamiento de los instrumentos que se utilizan generalmente en la investigación física es que, finalmente, su contenido perceptible por los sentidos puede describirse dentro de un sistema euclidiano de orden y de medida, es decir, que se puede comprender adecuadamente según la geot me tría euclidiana ordinaria. Por consiguiente, comenzaremos con una discusión de los sistemas euclidianos de orden y de me? dida.

En esta discusión adoptaremos el conocido punto de vista del matemático Klein, quien

considera que las transformación nes generales son los rasgos determinantes esenciales de **una**

geometría. Así, en un espacio euclidiano de tres dimensiones, los operadores de desplazamiento, D¿, son tres. Cada uno de estos operadores define un conjunto de líneas paralelas que se transforman en sí mismas según la operación indicada. Después, hay tres operadores de rotación, R_t. Cada uno de ellos define un conjunto de cilindros concéntricos que se transforman en sí mismos según esta operación. Al mismo tiempo, definen esferas concéntricas que se transforman en sí mismas según la totalidad del conjunto de $R_¡$. Finalmente, existe el operador de dilatación ft0, que transforma una esfera de un radio dado en otra de radio diferente. Mediante esta operación, las líneas radiales a través del origen se transforman en sí mismas.

De cada uno de los conjuntos de operadores $R_¿$, R_o, obtendremos otro conjunto $R'_¿$, R'_o, correspondiente a un centro diferente, según un desplazamiento

De $D_¡$ obtenemos un conjunto de desplazamientos *D* en nuevas direcciones por la rotación

Ahora, si $D_¡$ es un cierto desplazamiento $(D_¡)_n$ será un desplazamiento de *n* pasos similares. Esto significa que los desplazamientos pueden ordenarse naturalmente en un orden similar uI de los números enteros. Así podremos describir los desplazamientos según una escala *numérica.* Esto no solamente nos dará un *orden,* sino también una *medida* (mientras tratemos los desplazamientos sucesivos como equivalentes en tamaño).

De un modo parecido, cada rotación R_t determina una serie ordenada y medida $(R_¡)_n$ de rotaciones, mientras que una dilaIlición R_Q determina una serie ordenada y medida $(R_Q)_n$ de dilahti'innes.

Kstá claro que este tipo de operaciones determinan tanto lo que se entiende por paralelismo y perpendicularidad como lo ijue se entiende por congruencia y similitud de las figuras geo

métricas. De este modo determinan las características principales de la geometría euclidiana junto con la totalidad de su sistema de orden y de medida. Sin embargo, hay que tener en cuenta que lo que estamos considerando ahora como más relevante es todo el conjunto de operaciones, mientras que los elementos estáticos (por ejemplo, las rectas, los círculos, los triángulos, etcétera) se están considerando como «subespacios invariables» de las operaciones, y como configuraciones formadas en estos subespacios.

A.3 Transformación y metamorfosis

Discutiremos ahora la descripción matemática del orden implicado. Por lo general, el orden implicado no puede describirse según sencillas transformaciones geométricas como la traslación, la rotación y la dilatación, sino más bien según operaciones de otra clase. Para aclarar conceptos, reservaremos la palabra *transformación* para describir un simple cambio geométrico *dentro* de un orden explicado dado. Lo que ocurra en el contexto más amplio del orden implicado lo llamaremos entonces una *metamorfosis.* Esta palabra indica que el cambio es mucho más radical que el cambio de posición en la orientación de un cuerpo rígido, y que, en cierto modo, es más parecido al cambio de una oruga en mariposa (en el cual se altera todo de un modo radical, mientras que algunos rasgos sutiles y muy implícitos permanecen sin variación). Evidentemente, el cambio entre un objeto iluminado y su holograma (o entre una gota de tinta y la «masa gris» obtenida al removerla) se debe describir como una metamorfosis que como una transformación.

Usaremos el símbolo *M* para una metamorfosis, y *T* para una transformación, mientras que *E* denotará todo el conjunto de transformaciones que son relevantes en un orden explicado dado (D/5 *Ri9 Ro*). Bajo una metamorfosis, el conjunto *E* cambiará a otro conjunto *E* dado por

$$E' = MEM$$

i

Hasta ahora, se ha llamado a esto una transformación de similitud, pero, a partir de aquí, lo llamaremos una metamorfosis de similitud.

Para indicar los rasgos generales de una metamorfosis de similitud, consideremos el ejemplo de un holograma. En este caso, la metamorfosis apropiada *M* está determinada por la función de

Green que relaciona las amplitudes de la estructura iluminada con las de la placa fotográfica. Para ondas de frecuencia definida w, la función de Green es

G(xy) {exp[i(w/c)|xy|]}/|xy|

donde x es una coordenada relevante para la estructura iluminada e y es una relevante para la placa. Así, si *A(\)* es la amplitud de la onda en la estructura iluminada, entonces la amplitud *B(y)* en la placa será

B(y) = F ({exp[/((w/c)|x y

y\)A(x)dx

La estructura iluminada entera se considera, según la ecuación anterior, que es «transportada» y «envuelta» en cada región de la placa de un modo que evidentemente no puede describirse como una transformación punto por punto, o de correspondencia entre x e y. La matriz M(x, y), que es esencialmente (/(x — y), puede llamarse, pues, una metamorfosis de las amplitudes de la estructura iluminada, en las amplitudes del holograma.

Consideremos ahora la relación entre la transformación *E* en la estructura iluminada, y los cambios concomitantes en el holograma que siguen a esta transformación. En la estructura iluminada, *E* puede caracterizarse por una correspondencia punto por punto, en la cual cualquier localidad similar se transforma en una localidad similar. El cambio correspondiente en el holograma se describe con *E' = MEM~l.* Ésta no es una correspondencia de puntos *en el holograma* con cada uno de los oíros en los que se tenga que conservar la propiedad de la localidad de tales conjuntos de puntos. Cada región del holograma

cambia de un modo que más bien depende de cada una de las demás regiones. Sin embargo, el cambio E', en el holograma determina evidentemente el cambio *E* que podemos ver en la estructura cuando el holograma está iluminado por el rayo láser.

De un modo parecido, una transformación unitaria en un contexto cuántico (por ejemplo, el que da una función de Green operando sobre el vector estacionario) puede ser entendida como una metamorfosis en la cual las transformaciones punto por punto del espacio y del tiempo que conservan su localidad, están «envueltas» en operaciones más generales que son *similares* en el sentido que hemos definido y que, sin embargo, no son transformaciones punto por punto que conserven su localidad.

A.4 Matematización de la descripción del orden implicado

El paso siguiente es la discusión de la matematización del lenguaje para describir el orden implicado.

Comenzaremos por considerar una metamorfosis M. Aplicando *M* una y otra vez, obtendremos (M)'\ que describe la implicación de una estructura dada *n* veces. Si después escribimos Q_n = (M)'', tendremos

Qn : *QnI = Qn1 ' Qn2 = M*

De este modo tenemos una serie de diferencias similares en las Q_n (en realidad, las diferencias no solamente son similares, sino que todas ellas son iguales a M). Como hemos señalado en el capítulo quinto, tales series de diferencias similares indican un *orden.* Puesto que estas diferencias están en el grado de implicación, este orden es un orden implicado. Además, en tanto en cuanto se consideran como equivalentes las *M* operaciones sucesivas, constituyen también una *medida,* en la que *n* puede ser considerado como un parámetro de implicación.

Si pensamos en el ejemplo de las gotas de tinta insoluble removidas en un fluido viscoso (de modo que dejemos que *M* describa el cambio de la gota cuando el sistema se pliega con cierto

número de giros), entonces M_n describe el cambio de la gota cuando está sujeta a *n* plegamientos. Sin embargo, cada gota está colocada en una posición desplazada a cierta distancia con respecto a la gota precedente. Indiquemos este desplazamiento con *D*. La gota nésima sufre primero el desplazamiento D_n y, después, su metamorfosis es M", de modo que el resultado final viene dado por $M_n D_n$. Supongamos ahora que la densidad de tinta inyectada con cada gota puede variar, e indiquemos la cantidad de tinta inyectada en la gota nésima con ayuda de la operación Q_n — $C_n M_n D_n$. El operador correspondiente a la serie entera de gotas se

obtendrá sumando las contribuciones de cada una de ellas, lo cual dará

$Q =$

$C_nM_nD_n$

Además, cualquier número de estructuras, correspondientes a *Q* Q\ Q * etcétera, pueden superponerse, con lo que obtendremos

Así, cualquier estructura de ese tipo puede experimentar un desplazamiento, como D, y una metamorfosis, tal como M, para dar

$R' = MDR$

Si el fluido fuera ya un fondo «uniformemente gris», podríamos darle el significado de un coeficiente negativo C_n, que significaría el *removimiento* de una cierta cantidad de tinta desde la región correspondiente a una gota (antes que una adición de esta tinta en dicha región).

En la discusión anterior, cada símbolo matemático corresponde a una operación (transformación y/o metamorfosis). Tiene sentido sumar estas operaciones, multiplicar su resultado por un número C, y multiplicar entre sí estas operaciones. Si

después introducimos una operación unidad (que deje inalteradas todas las operaciones cuando las multiplique) y una operación cero (que deje inalteradas todas las operaciones cuando se las sume), habremos satisfecho todas las condiciones que necesitaremos para un álgebra.

Vemos, pues, que un álgebra contiene rasgos clave que son similares a los rasgos clave de las estructuras construidas en lo órdenes implicados. Este álgebra hará posible una *matematización relevante* que podrá referirse coherentemente al lenguaje general para discutir los órdenes implicados.

Ahora bien, en la teoría cuántica también juega un papel clave un álgebra similar a la que acabamos de describir. Por cierto, la teoría se expresa según operadores lineales (que incluyen un operador unidad y un operador cero) que pueden sumarse, multiplicarse por números y multiplicarse también entre sí. De modo que todo el contenido de la teoría cuántica puede ser expresado mediante este álgebra.

Naturalmente, en la teoría cuántica, los términos algebrai, eos se interpretan como representaciones de «observables físicos», a los cuales corresponden. Sin embargo, en la aproximación que estamos sugiriendo aquí no deberemos considerar tales términos como representativos de nada en particular. Los consideraremos más bien como extensiones del lenguaje general. Un símbolo algebraico será, pues, parecido a una palabran en el sentido de que su significado implícito sólo aparecerá ple| ñámente cuando se utilice el lenguaje como un todo.

Este procedimiento se emplea en muchos casos de la mate« mática moderna,[4] especialmente en la teoría de los números* Así, podemos comenzar con lo que se llama *símbolos indefinU bles.* El significado de tales símbolos indefinibles nunca es directamente relevante. Solamente lo son las relaciones y las opeí raciones en las que forman parte estos símbolos.

Lo que estamos proponiendo aquí es que, cuando materna^ tizamos el lenguaje de este modo, surgen órdenes, medidas j| estructuras dentro del lenguaje que son parecidas a (pero tani| bien diferentes de) los órdenes, medidas y estructuras que sfl perciben en la experiencia común y en la experiencia con el funj

cionamiento de los instrumentos científicos. Como hemos señalado antes, puede haber una relación entre estas dos clases de órdenes, medidas y estructuras, de modo que podamos decir y pensar que ambas tienen una proporción o razón comunes, con la cual podamos observarlos y actuar sobre ellos (véase una discusión sobre el sentido de esta «ratio» o «razón» en el capítulo quinto).

Desde luego, esto significa que no debemos considerar que los términos como «partícula», «carga», «masa», «posición», «momento», etcétera, tengan una importancia capital en el lenguaje algebraico. Como mucho, aparecerán como abstracciones de alto nivel. Como hemos señalado en este apartado, el significado real del «álgebra cuántica» será que se trata de una matematización del lenguaje general, que lo enriquece y hace posible una discusión del orden implicado más precisamente arliculada de lo que lo sería si solamente utilizáramos el lenguaje

general en su forma sencilla.

Naturalmente, el álgebra es, en sí misma, una forma limitada de matematización. En principio no hay razón por la que no pudiéramos recurrir a otras clases de matematización (en las que incluyéramos, por ejemplo, anillos y retículas, u otras estructuras más generales que aún se deben crear). Sin embargo, en este apéndice veremos que, incluso dentro de los límites de una estructura algebraica, podremos asimilar un abanico muy amplio de aspectos de la física moderna, y podremos abrir caminos nuevos de mucho interés para la exploración. Por eso será útil que vayamos a la matematización algebraica del lenguaje común con cierto detalle, antes de internarnos en formas de matematización más generales.

A. 5 El álgebra y el holomovimiento

Comenzaremos nuestra exploración de la matematización algebraica del lenguaje común llamando la atención sobre el hecho de que el significado primario de un símbolo algebraico es el de describir cierta clase de movimiento.

Así, consideremos el conjunto de términos algebraicos in

definibles que llamaremos *A.* Es característico de un álgebra que estos términos tengan una relación dada por

en donde X_{Kr} es un conjunto de constantes numéricas. Esta relación significa que, cuando un término dado *A¡* precede a otro *A,* el resultado es equivalente a una «suma ponderada» o superposición de términos (porque el álgebra tiene una especie de «principio de superposición» similar en aspectos clave al que tiene la teoría cuántica). En efecto, se puede decir que, aunque el término *A¿* es, «en sí mismo», indefinible, denota sin embargo cierta especie de «movimiento» de su conjunto total de términos, en el que cada símbolo *A* es reemplazado por (o cambiado en) una superposición de símbolos *Yk^}AK.*

Sin embargo, como ya hemos señalado, al describir el orden implicado en el lenguaje corriente, consideramos el indefinible e inmensurable holomovimiento como la totalidad en la cual termina por ponerse de relieve todo aquello de lo que se está tratando. De un modo parecido, en la matematización algebraica de este lenguaje corriente, consideramos como un todo un álgebra indefinible, en la cual el significado primario de cada uno de sus términos es el de un «movimiento total». Sirviéndonos de esta similitud, podemos realizar una descripción general que considere como totalidad el indefinible e inmensurable holomovimiento, con una matematización coherente.

Podemos ir más allá por este camino. Así, al igual que en el lenguaje corriente podemos considerar ciertos aspectos del holomovimiento como relativamente autónomos, en su matematización podemos considerar también como autónomas subálgebras que son aspectos del «álgebra total» indefinible. Del mismo modo que, en último extremo, cada aspecto del holomovimiento está limitado en su autonomía por la ley de la totalidad (es decir, la holonomía), igualmente está limitada cada subálgebra por el hecho de que la ley relevante involucra movimientos

que sobrepasan los que pueden describirse según la subálgebra en cuestión.

Cada contexto físico dado podrá describirse según una subálgebra apropiada. Cuando nos acerquemos a los límites de este contexto, descubriremos que tal descripción se irá haciendo inadecuada, y tendremos que considerar álgebras más amplias hasta que hallemos una descripción que sea la adecuada al nuevo contexto al cual hemos llegado.

Por ejemplo, en el contexto de la física clásica es posible extraer una subálgebra que corresponda a un conjunto de operaciones euclidianas. Sin embargo, en un contexto

«cuántico», la «ley de la totalidad» incluye metamorfosis *M* que exceden a esta subálgebra y nos llevan a subálgebras diferentes (aunque parecidas) dadas por

$E' = MEM$

i

Como hemos apuntado, existen ahora indicaciones de que incluso el álgebra «cuántica» es inadecuada en contextos mucho más amplios. Así que es natural que sigamos considerando

álgebras más amplias (y, desde luego, en último extremo, matematizaciones más generales que demuestren ser relevantes).

A.6 Ampliación del principio de relatividad a los órdenes implicados

Como un paso más dentro de la investigación de formas de matematización más comprensivas, apuntaremos la posibilidad ile ampliar el principio de relatividad a los órdenes implicados, listo nos lo ha sugerido el considerar, como acabamos de describir, cómo limita el álgebra cuántica la autonomía del álgebra clásica.

En un contexto clásico, cualquier estructura puede ser especificada mediante un conjunto de operaciones £$_{1?}$ E_2, E_3, ... (que describen longitudes, ángulos, congruencia, similitud, etcétera). Cuando vamos a un contexto «cuántico», que es más

amplio, podemos llegar a operaciones similares, $E_{\}}$ = *MEM~l.* Esta similitud significa que, si cada dos elementos, digamos E_x y E_2 , están relacionados en cierto modo en la descripción de una estructura específica, entonces existe un conjunto de elementos £j' y £$_2$' que describen transformaciones no locales «envueltas» que están relacionadas de una manera similar. O, para escribirlo más concisamente

E_l : E_2 :: *E{* : *E{*

De esto se deduce que, si se nos da un sistema £, de orden y de medida euclidianos, con ciertas estructuras construidas en él, siempre podremos obtener otro sistema *E'* envuelto en £ y también capaz de tener estructuras similares construidas en él.

Hasta ahora, el principio de relatividad ha tenido esta fórmula: «Dada una relación estructural cualquiera, descrita en un marco de coordenadas correspondiente a una cierta velocidad, siempre es posible obtener una relación estructural similar a la descrita, en un marco de coordenadas correspondiente a cualquier otra velocidad». Sin embargo, de la discusión anterior se sigue que la matematización del lenguaje corriente, según un álgebra «cuántica», abre la posibilidad de ampliar el principio de relatividad. Esta ampliación es evidentemente similar al principio de complementariedad en el que, cuando las condiciones son tales que un orden dado, correspondiente a un conjunto de operaciones £, es explicado, entonces otro orden, correspondiente a operaciones similares, £' = *MEM~* es implicado (de tal modo que, en cierto sentido, ambos órdenes no pueden ser definidos juntos). Sin embargo, esto se diferencia del principio de complementariedad en que la importancia principal está ahora más en los órdenes y las medidas que son relevantes para la geometría que en las disposiciones experimentales mutuamente incompatibles.

De esta ampliación del principio de relatividad se sigue que la idea de espacio constituido por un conjunto de puntos únicos y bien definidos, relacionados topológicamente por un conjunto de proximidades y métricamente por una definición de dis

tancia, ya no es la adecuada. En realidad, cada conjunto *E* de operaciones euclidianas define un conjunto de puntos, proximidades, medidas, etcétera, que están implicados con referencia a los definidos por otro conjunto *E* La noción de espacio como un conjunto de puntos con una topología y una métrica es así un mero aspecto de una totalidad más amplia.

Aquí será útil introducir otro uso nuevo del lenguaje. En topología se puede describir un espacio como cubierto por un *complejo,* constituido por figuras elementales (por ejemplo, triángulos o células de otras formas, básicamente poligonales), cada una de las cuales se llama un simple. Ambas palabras proceden de las latinas «*complex*» y «*simplex*». «*Plex*» es una forma del latín «plicare», que, como ya hemos visto, significa «plegar». Así que *simplex* significa «plegado solo», y *complex* significa

«plegados juntos», pero en el sentido de varios objetos separados que se han puesto juntos para plegarlos después.

Para describir el plegado de un conjunto ilimitado de sistemas euclidianos de órdenes y de medidas, unos dentro de otros, introduciremos ahora la palabra *múltiplex* (que es nueva en este contexto). Significa «muchos complejos plegados todos juntos». Literalmente esto es también lo que significa «múltiple». Sin embargo, por costumbre, esta última palabra ha llegado a significar *continuum*. Así que usaremos la palabra múltiplex para llamar la atención sobre la

principal relevancia del orden implicado y lo inadecuado de su descripción según un *continuum.*
Hasta aquí, el espacio se ha considerado como un *continuum* que puede ser cubierto por un complejo (lo cual es, evidentemente, una forma del orden explicado del espacio). Tal complejo puede ser discutido según un sistema de coordenadas. Así, cada simple puede describirse localmente con la ayuda de un marco euclidiano, y la totalidad del espacio puede ser tratada mediante la utilización de un número muy grande de «parches» de coordenadas que coinciden en parte. O, si no, se pueile encontrar un solo conjunto de coordenadas curvilíneas que sea aplicable al espacio entero. El principio de relatividad declara, pues, que todos estos sistemas de coordenadas ofrecen

marcos de descripción equivalentes (es decir, equivalentes para la expresión de la proporción, o razón, o ley).
Ahora podemos seguir considerando conjuntos similares de operaciones *E* y *E*\ implicados unos con respecto a los otros. Como ya hemos señalado, estamos ampliando el principio de relatividad al suponer que los órdenes definidos mediante cada uno de ambos conjuntos de operaciones, *E y E*\ son equivalentes en el sentido de que la «ley de la totalidad» es tal, que en cada uno de los órdenes se pueden construir estructuras similares. Para aclarar mejor lo que queremos decir, advirtamos que acostumbramos a considerar como explicados los órdenes de movimiento que podemos percibir directamente con los sentidos, mientras que los demás órdenes (como, por ejemplo, los adecuados para describir «un electrón» en un contexto cuántico) se consideran implicados. Sin embargo, según el principio de relatividad ampliado, es exactamente lo mismo que tomar el orden del «electrón» como explicado, y nuestro orden sensitivo como implicado. Esto es, colocarnos (metafóricamente) en la situación del «electrón» y comprenderlo después asimilándonos a él y en él.
Evidentemente, esto supone una totalidad omnicomprensiva de nuestro pensamiento. O, como dijimos antes, «todo lo implica todo». Esto llega a ampliarse hasta que «nosotros mismos» estamos implicados «todo lo que vemos y acerca de lo cual pensamos». Así estamos presentes en todas partes y en todo el tiempo, aunque sólo sea de un modo implicado (esto es, implícito).
Lo mismo es verdad para cualquier «objeto». Solamente en algunos órdenes de descripción aparecen como explicados. La ley general, es decir, la holonomía, debe estar expresada en todos los órdenes, en los cuales están «plegados juntos» todos los objetos y todos los tiempos.
A. 7 Algunas sugerencias preliminares sobre la ley en un múltiplex
Ofrecemos ahora unas cuantas sugerencias preliminares según las líneas de investigación de la ley general, tal como se formula según un múltiplex, antes que según un *continuum.*

Comenzaremos por recordar que las descripciones clásicas sólo son relevantes en un contexto en el cual la expresión de la ley se limite a un subálgebra particular que corresponda a un sistema euclidiano de orden y de medida dados. Si este sistema se extiende en el tiempo o en el espacio, esta ley podrá ser compatible con la relatividad especial.
La característica esencial de la relatividad especial es la de que la velocidad de la luz es un límite invariable para la propagación de señales (y para las influencias causales). En relación con esto, advertimos que una señal siempre estará constituida por un cierto orden explicado de acontecimientos, y que, en un contexto en el que

este orden explicado deje de ser relevante, la noción de señal dejará también de serlo (por ejemplo, si un orden está «plegado» por todo el espacio y el tiempo, no se puede considerar coherentemente que constituya una señal que propague información de un lugar a otro durante un período de tiempo). Esto significa que, donde está involucrado un orden implicado, el lenguaje que describe la relatividad especial no puede ser ya aplicable.

La teoría general de la relatividad se parece a la teoría especial en que, en cada región del espaciotiempo, hay un cono de luz que define una señal limitadora de velocidad. Sin embargo, es diferente en que cada una de estas regiones tiene su propio marco de coordenadas locales (llamado m), relacionado con los ele sus vecinos (llamados *n)* mediante ciertas transformaciones lineales generales T_{mn}. Pero un marco local de coordenadas, según nuestro punto de vista, debe

ser considerado como la expresión de un sistema euclidiano correspondiente de orden y de medida (que, por ejemplo, generaría las líneas del marco en cuestión como subespacios invariantes de las operaciones *E).* Por tanto, consideraremos los sistemas euclidianos de operaciones E_m y E_n y las transformaciones que los relacionan:

$F = T F T^{-1}$

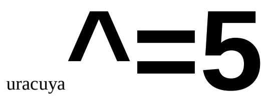
n mn m mn

Cuando consideramos una serie de transformaciones de eslos sistemas alrededor de un circuito cerrado de parches, llega

el grupo en cuestión como un «grupo deau o

eun8«grPupo de *^rf^ZZ^oLot^s),* la ley general igual que en muchas teonas de campo^m de ^ maf_

¿ invariante para las «tnsformac.on^de ga ^^ ^ ^.^ eos en cada región *E "«*>«* COnsideramos varias regiones do de la invariancia ^ "^^J^dlocalizada cada una de vecinas, que contengan una ^stru^ relación con las

uracuya 

pendencia de la otra, al menos ejemplo, mientras haya s bas) Un ejemplo de esta es que a los objetos que no están dar"vuelta y trasladar con ^

decir,

una autonomía ^^

Cuando entramos en un contexto

talidad» (es decir, la ^^

de las estructura dela dey délato

es ia que permit!

co.

, la «ley de la tendemos p supond:

1

, es aportante recaicar c,ue la «ley de la

dad» no será precisamente una transcripción de la teoría cuántica corriente a un nuevo lenguaje. Antes bien todo el contexto de la física (clásica y cuántica) tendrá que ser asimilado en una estructura diferente, en la cual el espacio, el tiempo, la materia y el movimiento se describirán de otro modo. Tal asimilación nos llevará a nuevos caminos que explorar, que ni siquiera podrán ser pensados según los términos de las teorías corrientes.

Vamos a indicar aquí sólo unas pocas de las muchas posibilidades de ello.

En primer lugar, recordemos que comenzamos con un álgebra total indefinible, y que separamos de ella subálgebras adecuadas para la descripción de ciertos contextos de la investigación física. En la actualidad, los matemáticos ya han trabajado en ciertas características interesantes y potencialmente relevantes de estas subálgebras.

Ahora consideremos una subálgebra *A* dada. Entre sus términos A_h habrá algunos, A_N, que serán nulipotentes, es decir, que tendrán la propiedad de que algunas potencias de A_N (digamos $[A_N]^s$) son iguales a cero. Entre éstas, hay un subconjunto de términos A_p que son *propiamente nulipotentes,* es decir, que seguirán siendo nulipotentes cuando se multipliquen por cualquier término del álgebra *A¿* (de modo que \A,A_pY = 0).

Como un ejemplo de ello, consideramos en primer lugar un álgebra de Clifford, en la que cada uno de sus términos es propiamente nulipotente. Sin embargo, en un álgebra fermiónica, con términos C, y C_y*, cada C, y C_y* es nulipotente (es decir, |(' p = $[C*]_2 = 0$) pero no propiamente nulipotente (es decir, $|(>C_y]_2$#0).
Se puede decir que los términos propiamente nulipotentes describen movimientos que en último extremo llevan a características que desaparecen. Así que, si estamos buscando el describir

características de movimiento invariantes y relativamente permanentes, deberemos utilizar un álgebra que no posea términos propiamente nulipotentes. Tal álgebra la podremos obtener siempre de cualquier álgebra A a la que le sustraigamos

los términos propiamente nulipotentes, para conseguir lo que se llama el *álgebra de diferencia.*

Consideremos ahora el teorema siguiente.[5] Toda álgebra diferente puede ser expresada en términos de productos de un álgebra matriz (es decir, un álgebra en la cual el producto de dos términos que no sean cero, nunca será cero).

Por lo que se refiere al álgebra de división, los tipos posibles de ésta dependerán de los campos de los cuales se tomen los coeficientes numéricos. Si este campo es el de los números reales, entonces habrá exactamente tres álgebras de división: los números reales mismos, un álgebra de orden dos, equivalente a los números complejos, y los cuaternios reales. Por otra parte, en el campo de los números complejos, la única álgebra de división será la de los números complejos mismos (esto explica por qué los cuaternios, ampliados para incluir los coeficientes complejos, se convierten en un álgebra matriz de dos órdenes).

Es significativo que, al matematizar el lenguaje corriente según un álgebra inicialmente no definida ni especificada, llegamos naturalmente a las clases de álgebras que se emplean en la teoría cuántica corriente para las «partículas con *spin*», es decir, productos de matrices y cuaternios. No obstante, estas álgebras tienen además un significado que va más allá de los cálculos técnicos que se llevan a cabo en la teoría cuántica. Por ejemplo, los cuaternios implican invariancia bajo un grupo de transformaciones similar a las rotaciones en el espacio tridimensional (que pueden ampliarse, de un modo muy simple, a grupos similares al grupo de Lorentz). Esto indica que, en cierto sentido, las transformaciones clave que determinan el orden (3 + ^dimensional del «espaciotiempo relativista» ya están contenidas en el holomovimiento, descrito mediante el orden implicado y matematizado según el álgebra.

Podemos decir más precisamente que, partiendo de una matematización general del lenguaje, y reclamando las características que son relativamente permanentes o invariantes (descritas por las álgebras sin términos propiamente nulipotentes) y estas otras que no están limitadas a una escala particular (descritas por las álgebras cuyos términos pueden ser multiplicados por un ¡

número real arbitrario), hemos llegado a transformaciones que determinan un orden equivalente al del espaciotiempo relativista. Sin embargo, esto significa que, si hubiéramos considerado características no permanentes y no invariantes (que implicaban álgebras con términos propiamente nulipotentes), y características limitadas a escalas particulares (que implicaban álgebras sobre los números racionales o sobre campos de números finitos), entonces podían hacerse relevantes órdenes completamente nuevos (no reducibles en absoluto al orden [3 + 1]dimensional). Esto aclara, por consiguiente, que existe una amplia área de exploración posible.

Otra área de exploración podría estar en el desarrollo de una nueva descripción que combinara los aspectos clásicos y los cuánticos en una sola estructura del lenguaje más comprensiva. En vez de considerar los lenguajes clásico y cuántico como separados pero relacionados por cierta especie de correspondencia (como acostumbra a hacerse en las teorías corrientes), se podría, según las directrices ya indicadas en este apéndice, investigar acerca de la posibilidad de abstraerlos como casos límite de lenguajes matematizados según álgebras más amplias.

Evidentemente, hacer esto nos llevaría a teorías diferentes, con un nuevo contenido que iría más allá, tanto del lenguaje clásico como del de la teoría cuántica. A este respecto sería particularmente interesante ver si se descubrirían estructuras algebraicas que nos llevaran también a nociones relativistas como casos límite (por ejemplo, según álgebras sobre campos de números finitos, más que sobre los números reales). Podemos esperar que tales teorías nos liberen de las infinidades de las teorías corrientes, y que nos lleven a un tratamiento generalmente coherente ilc los problemas que no pueden resolver las teorías corrientes.

7. EL UNIVERSO PLEGADODESPLEGADO

YLACONSCIENCIA

L Introducción

El tema central subyacente a todo lo largo de este libro ha sido la totalidad no fragmentada de la existencia, como un movimiento fluyente no dividido y sin fronteras.

Según la discusión del capítulo anterior, parece claro que el orden implicado es particularmente adecuado para la comprensión de tal totalidad no fragmentada en movimiento fluyente porque, en el orden implicado, la totalidad de la existencia está plegada dentro de cada región del espacio (y del tiempo). Así, cualquiera de las partes, elementos o aspectos que podamos abstraer en el pensamiento, estará plegado en el todo y, por consiguiente, estará relacionado intrínsecamente con la totalidad de la cual ha sido abstraído. De este modo, la totalidad impregna todo lo que se está discutiendo desde el mismo principio.

En este capítulo ofrecemos una presentación no técnica de, las características principales del orden implicado; primero, **tal** como aparece en la física, y, después, tal como puede extenderse al campo de la consciencia, para señalar ciertas directrices generales, a lo largo de las cuales se puede comprender tanto el cosmos como la consciencia, en una única totalidad no fragmentada de movimiento.[1]

2. Resumen: Contraste del orden mecánico en la física con el orden implicado

Será provechoso que comencemos por ofrecer un resumen de algunos de los puntos principales que ya se han tratado, contrastando el orden de la física mecanicista generalmente aceptado con el orden implicado.

Permítasenos considerar primero el orden mecanicista. Como ya indicamos en los capítulos primero y quinto, la principal característica de este orden es la de que se considera el mundo como constituido por entidades que están *mutuamente fuera unas de otras,* en el sentido de que existen independientemente en diferentes regiones del espacio (y del tiempo) e interactúan por medio de fuerzas que no producen cambio alguno en sus naturalezas esenciales. La máquina nos da una típica ilustración de tal sistema de orden. Cada una de sus partes está formada (por ejemplo, por estampación o fundición) independientemente de las otras, y sólo interactúa con las otras partes por medio de cierta especie de contacto externo. Por el contrario, en un organismo vivo, por ejemplo, cada una de sus partes crece en el contexto del todo, de tal modo que no existe independientemente, ni puede decirse de ella que «interactúa» simplemente con las demás, sin que ella misma sea esencialmente afectada en esta relación.

Como hemos señalado en el capítulo primero, prácticamente todos los físicos se han comprometido con la noción de que el orden del universo es básicamente mecanicista. La fórmula más común de esta noción es la de que se admite que el mundo está constituido por un conjunto de «partículas elementales» existentes por separado, indivisibles e inalterables, que son los «ladrillos» fundamentales del universo entero. En un principio se pensó que se trataba de los átomos, pero éstos se dividieron al íinal en electrones, protones y neutrones. Se pensó después que estos últimos eran los elementos constituyentes absolutamente inalterables e indivisibles de toda la materia, pero más tarde se encontró que éstos estaban sujetos a su vez a transformaciones en centenares de especies diferentes de partículas inestables, y

ahora se han propuesto partículas todavía más pequeñas, llamadas «quarks» y «partones», para explicar estas transformaciones. Aunque todavía no se ha

conseguido aislar estas partículas, parece existir una fe inconmovible entre los físicos acerca de que, o bien éstas, o bien alguna otra clase de ellas que todavía esté por descubrir, harán posible, al final, una explicación completa y coherente de todas las cosas.

La teoría de la relatividad fue la primera indicación significativa en la física de que era necesario poner en cuestión el orden mecanicista. Implicaba que no era posible ningún concepto coherente de una partícula que existiera independientemente: ni el concepto de que la partícula tuviera un cuerpo extenso, ni el de que ésta se redujera a un punto sin extensión. De este modo se demostró que dejaba de sostenerse un supuesto básico que subyacía a la forma generalmente

aceptada del mecanicismo en la física.
Para hacer frente a este desafío fundamental, Einstein propuso que ya no se habría de considerar como primario el concepto de partícula y que, en su lugar, la realidad debía considerarse, desde su verdadero principio, como constituida por campos, que obedecían a leyes que eran coherentes con los requisitos de la teoría de la relatividad. Una nueva idea fundamental de esta «teoría del campo unificado» de Einstein es que las ecuaciones de campo son *no lineales.* Estas ecuaciones podrían tener soluciones en forma de pulsaciones localizadas, que consistirían en una región de campo intenso que pudiera moverse por el espacio de un modo estable, como un todo, y que así podría proporcionar un modelo de «partícula». Tales pulsaciones no terminarían abruptamente, sino que se extenderían, con intensidad decreciente, hasta distancias arbitrariamente largas. De este modo, las estructuras de campo asociadas a dos pulsaciones se entremezclarán y fluirán juntas en una sola totalidad no fragmentada. Además, cuando dos pulsaciones se aproximaran, las formas originales parecidas a partículas se verían alteradas tan radicalmente que no quedaría siquiera nada parecido a una estructura formada por dos partículas. Así, según esta noción, se considera que, en el mejor de

los casos, la idea de una partícula separada e independiente es una abstracción que solamente nos proporciona una aproximación válida dentro de cierto ámbito limitado. Por último, el universo entero (con todas sus «partículas», incluyendo las que constituyen a los seres humanos, sus laboratorios, instrumentos de observación, etcétera) se debe comprender como una sola totalidad no dividida, en la cual no tiene un *status* fundamental su análisis en partes que existan de forma separada e independiente.
Sin embargo, Einstein no fue capaz de obtener una formulación generalmente coherente y satisfactoria de su teoría del campo unificado. Además (lo que tal vez es más importante en el contexto de nuestra discusión de la interpretación mecanicista de la física), el concepto de campo, que es su punto de partida básico, todavía conserva los rasgos esenciales de un orden mecanicista, porque sus entidades fundamentales, los campos, están concebidos como existentes fuera unos de otros, en puntos separados del espacio y del tiempo, y se presupone que están conectados unos con otros mediante relaciones externas que también se consideran ciertamente como locales, en el sentido de que sólo aquellos elementos del campo que están separados por distancias infinitesimales pueden afectarse mutuamente.[2]
Aunque la teoría del campo unificado no tuvo éxito en su intento de proporcionar una base mecanicista definitiva para la física, con su concepto de campo, sin embargo demostró de una manera concreta cómo podía alcanzar consistencia su teoría de la relatividad, al establecer que su concepto de partícula derivaba de una abstracción de una totalidad de existencia no fragmentada ni dividida. De este modo, ello contribuyó a fortalecer el reto que la teoría de la relatividad le había planteado al orden mecanicista predominante.
No obstante, la teoría cuántica plantea un desafío todavía más serio a este orden mecanicista, y va más lejos de lo que consigue la teoría de la relatividad. Las características básicas de la teoría cuántica que se enfrentan al mecanicismo son:

1. El movimiento es generalmente *discontinuo,* en el sentido de que la acción está constituida por *cuantos indivisibles* (que implican también que un electrón, por ejemplo, pueda pasar de un estado a otro sin pasar por todos los estados intermedios).

2. Las entidades, como los electrones, pueden mostrar propiedades diferentes (por ejemplo, como partícula, como onda, o como algo intermedio), dependiendo del contexto del entorno en el que existan y desde el que estén sujetas a observación.
3. Dos entidades, como los electrones, que se combinan al principio para formar una molécula y después se separan, muestran una peculiar relación no local que puede describirse como una conexión no causal de elementos que están separados[3] (como se demuestra con el experimento de Einstein, Podolsky y Rosen[4]).
Naturalmente, habrá que añadir que las leyes de la mecánica cuántica son estadísticas y no determinan aislada y precisamente los acontecimientos futuros individuales. Estas leyes,

naturalmente, son diferentes de las leyes clásicas, que, en principio, determinan estos acontecimientos. Sin embargo, esta indeterminación no representa un desafío serio para, por ejemplo, el orden mecanicista, en el que los elementos fundamentales existan independientemente, manteniéndose fuera unos de otros, solamente conectados por relaciones externas. El hecho de que estos elementos (como en una máquina de billar electrónico) estén relacionados por las reglas del azar (expresadas matemáticamente según la teoría de la probabilidad), no cambia la cualidad básica de externos de estos elementos,[5] ni afecta esencialmente a la cuestión de si el orden fundamental es mecanicista o no lo es.

Por el contrario, estas tres características básicas de la teoría cuántica sí que demuestran claramente lo inadecuado de las nociones mecanicistas. Así, si todas las acciones tienen lugar en forma de cuantos discretos, las interacciones entre entidades diferentes (por ejemplo, electrones) constituyen una única es

tructura de enlaces indivisibles, de tal modo, que el universo entero deberá ser considerado como un todo no fragmentado. En este todo, cada elemento que podamos abstraer en nuestro pensamiento muestra propiedades básicas (onda o partícula, etcétera) que dependen de su entorno global de un modo que nos recuerda mucho más cómo se ha explicado que los órganos constituyen los seres vivos que cómo interactúan las partes de una máquina. Yendo más lejos aún, la naturaleza no local ni causal de la relación entre elementos que distan unos de otros viola evidentemente los requisitos de separación e idependencia de los elementos constituyentes fundamentales que son básicos para cualquier interpretación mecanicista.

Al llegar a este punto será instructivo contrastar las características básicas de ambas teorías: la relativística y la cuántica. Como hemos visto, la teoría de la relatividad precisa de continuidad, causalidad estricta (o determinismo) y localidad. Por el contrario, la teoría cuántica precisa de discontinuidad, no causalidad y no localidad. De este modo, los conceptos básicos de la relatividad y de la teoría cuántica se contradicen mutuamente de un modo directo. Por eso no es nada sorprendente que ambas teorías no hayan sido nunca unificadas de una manera coherente. Lo que parece más verosímil es que tal unificación no sea realmente posible. En lugar de esto, lo que probablemente hace falta es una teoría cualitativamente nueva, de la que puedan derivarse como abstracciones, aproximaciones y casos límite tanto la relatividad como la teoría cuántica.

Es evidente que, las nociones básicas de esta nueva teoría no pueden encontrarse si comenzamos por aquellas características en las que la relatividad y la teoría cuántica se encuentran en contradicción directa. El mejor punto para empezar es desde aquello que tienen básicamente en común. Y esto es la totalidad no dividida. Aunque cada una llega a esta totalidad por un camino diferente, es claro que es a esto a lo que ambas están apuntando fundamentalmente.

Comenzar por la totalidad no dividida quiere decir, sin embargo, que tenemos que abandonar el orden mecanicista. Pero este orden ha sido, durante muchos siglos, básico para todo

el pensamiento en física. Como subrayamos en el capítulo quinto, el orden mecanicista se expresa de un modo más natural y directo mediante la cuadrícula cartesiana. Aunque la física ha cambiado radicalmente en muchos aspectos, la cuadrícula cartesiana (con modificaciones menores, como la del uso de coordenadas curvilíneas) ha seguido siendo la única característica básica que no ha cambiado.

Evidentemente no es fácil cambiarla, porque nuestras nociones de orden son omnipresentes, ya que, no sólo informan nuestro pensamiento, sino también nuestros sentidos, nuestros sentimientos, nuestras intuiciones, nuestro movimiento físico, nuestras relaciones, con los demás y con la sociedad como un todo, y, ciertamente, cualquier fase de nuestras vidas. Es difícil, pues, «dar un paso atrás» lo suficientemente largo, desde nuestras antiguas nociones de orden, como para llegar a ser capaces de considerar con seriedad nociones de orden nuevas.

Para ver lo que significan las nuevas nociones de orden que proponemos, apropiadas a la

totalidad no dividida, nos ayudará el comenzar con ejemplos que pueden implicar directamente la percepción sensorial, y con modelos y analogías que ilustrarán estas nociones de un modo imaginativo e intuitivo. En el capítulo anterior comenzamos advirtiendo que la lente fotográfica es un instrumento que nos ha proporcionado, de manera directa, una percepción sensorial de lo que significa el orden mecanicista, porque, al aportarnos una correspondencia aproximada entre los puntos del objeto y los puntos de la imagen fotográfica, llama poderosamente la atención sobre los elementos separados en los que se puede analizar el objeto. Al hacer posible la imagen punto por punto y al registrar las cosas que son demasiado pequeñas para poder verlas a simple vista, o demasiado grandes, demasiado rápidas, demasiado lentas, etcétera, nos lleva a creer que, al final, todo podrá ser *percibido* así. De aquí nace la idea de que no existe nada que no se pueda concebir como constituido por tales elementos localizados. Así, la propuesta mecanicista se vio notablemente estimulada por el desarrollo de la lente fotográfica.

Seguimos después considerando un nuevo instrumento, llamado *holograma*. Como se explicó en el capítulo sexto, éste hace un registro fotográfico del patrón de interferencia de las ondas de la luz procedentes de un objeto. El nuevo rasgo fundamental de este registro es que cada una de sus partes contiene información acerca de *todo el objeto* (con lo que no existe una correspondencia punto por punto entre el objeto y la imagen registrada). O, lo que es lo mismo, se puede decir que la forma y la estructura del objeto entero están *plegadas* dentro de cada región del registro fotográfico. Cuando se hace brillar la luz sobre cada región, estas forma y estructura se *despliegan* para darnos otra vez una imagen reconocible de todo el objeto.

Hemos propuesto que aquí está en juego una nueva noción de orden, que llamamos el *orden implicado* (del latín *implicare*, que significa «doblar» o «plegar hacia adentro»). Según el orden implicado, se podría decir que todo está plegado dentro de todo. Esto contrasta con el *orden explicado* que predomina actualmente en la física, en el cual las cosas están *desplegadas* en el sentido de que cada cosa sólo está en su región particular del espacio (y del tiempo), y fuera de las regiones que pertenecen a las otras cosas.

En este contexto, el valor del holograma es que puede presentarnos esta nueva noción de orden de una manera sensiblemente perceptible; pero, desde luego, el holograma sólo es un instrumento cuya función es la de efectuar un registro estático (o «instantánea») de este orden. El orden real mismo que ha sido así registrado está en el complejo movimiento de los campos electromagnéticos, en forma de ondas de luz. Este movimiento de las ondas de luz está presente por todas partes y, en principio, envuelve el universo entero del espacio (y del tiempo) en cada región (como puede demostrarse colocando en cada una de estas regiones el ojo o un telescopio, que nos «desplegará» este contenido).

Este plegamiento y despliegue no sólo tiene lugar en el movimiento del campo electromagnético, sino también en otros campos, como el electrónico, el protónico, las ondas de sonido, etcétera. Ya conocemos toda una multitud de tales cam

pos, y sabemos que existen bastantes más adicionales, desconocidos hasta ahora, que se van a descubrir más tarde. Además, el movimiento es sólo aproximado, según el concepto clásico de los campos (que acostumbra a utilizarse para explicar cómo funciona el holograma). Considerándolos con más i cuidado, estos campos obedecen a las leyes mecánico cuánticas, que presuponen las propiedades de discontinuidad y no localidad que ya hemos mencionado (y que volveremos a discutir en este mismo

capítulo). Como veremos después, incluso las leyes cuánticas pueden ser solamente abstracciones de leyes más generales, de las cuales ahora sólo podemos entrever vagamente algunos rasgos. Por eso la totalidad del movimiento de plegamiento y despliegue puede ir inmensamente más allá de lo que se ha revelado a nuestras observaciones hasta el momento presente.

En el capítulo sexto le pusimos a esta totalidad el nombre de *holomovimiento*. Nuestra propuesta básica era, pues, que *lo que existe* es el holomovimiento, y que todo debe ser explicado como formas derivadas de este holomovimiento. Aunque el conjunto completo de las leyes que gobiernan esta totalidad nos es desconocido (y que probablemente resultará incognoscible), sin

embargo suponemos que estas leyes deben ser tales que podremos abstraer de ellas subtotalidades de movimiento relativamente autónomas o independientes (por ejemplo, campos, partículas, etcétera) que tengan cierta recurrencia y estabilidad de sus patrones básicos de orden y de medida. Estas subtotalidades pueden, pues, ser investigadas, cada una de ellas en sí misma, sin que tengamos que conocer primero todas las leyes del holomovimiento. Desde luego, esto no supone que lo que descubramos en esta investigación vaya a tener una validez absoluta y final, sino más bien que deberemos estar dispuestos siempre para descubrir los límites de independencia de cada estructura de ley relativamente autónoma, y, desde aquí, seguir buscando nuevas leyes que puedan referirse a dominios como éstos, relativamente autónomos, todavía más amplios.

Hasta aquí hemos estado contrastando los órdenes implicado y explicado, tratándolos como separados y diferentes, pero,

como se sugiere en el capítulo sexto, el orden explicado puede considerarse como un caso particular o distinguido de un conjunto más general de órdenes implicados, del cual puede proceder. Lo que distingue el orden explicado es que deriva de un conjunto de elementos recurrentes y relativamente estables, que están *fuera* unos de otros. Este conjunto de elementos (por ejemplo, campos y partículas) dan la explicación de este dominio de la experiencia en el cual el orden mecanicista encuentra un tratamiento adecuado. Sin embargo, en la propuesta mecanicista predominante, estos elementos, supuestamente separados e independientes, se consideran como constitutivos de la realidad básica. La tarea que la ciencia se propone, pues, es la de partir de estas partes y deducir de ellas todas las totalidades por abstracción, explicándolas como resultado de las interacciones de estas partes. Por el contrario, cuando se trabaja según el orden implicado, se comienza por la totalidad no dividida del universo, y la tarea de la ciencia consiste en deducir por abstracción las partes de este todo, explicándolas como elementos aproximadamente separables, estables y recurrentes, aunque relacionados externamente, que forman subtotalidades relativamente autónomas que deben describirse según un orden explicado.

3. El orden implicado y la estructura general de la materia

Seguiremos dando ahora cuenta más detallada acerca de cómo se deberá comprender la estructura general de la materia según un orden implicado. Para hacerlo, comenzaremos por considerar una vez más el aparato discutido en el capítulo sexto, que nos sirvió como una analogía para ilustrar algunos rasgos esenciales del orden implicado. (Sin embargo, debemos poner de relieve que se trata *sólo* de una analogía, y que, como se demostrará más adelante con más detalle, su correspondencia con el orden implicado es limitada.)

Este aparato consistía en dos cilindros de vidrio concéntri

eos, con un fluido muy viscoso, como la glicerina, entre ambos cilindros, dispuestos de tal manera que el cilindro exterior puede ir girando muy lentamente, para que la difusión del fluido viscoso sea despreciable. Se coloca una gota de tinta insoluble en el fluido y después se hace girar el cilindro exterior, con el resultado de que la gota se despliega en forma de fina hebra que terminará por hacerse invisible. Cuando se hace girar el cilindro en el sentido opuesto, la forma de hebra retrocede y, de pronto, se hace visible una gota que esencialmente es la misma que estaba allí al principio.

Vale la pena que reflejemos con cuidado sobre lo que ha sucedido realmente en el proceso que acabamos de describir. Consideremos primero el elemento fluido. Las partes de radio mayor se mueven más de prisa que las de radio menor. Por

consiguiente, este elemento se deformará, y esto explica por qué se estira al final en una larga hebra. Ahora bien, la gota de tinta consiste en un agregado de partículas de carbono que al principio están en suspensión en un elemento fluido. Según va siendo arrastrando este elemento, las partículas se extienden en un volumen cada vez mayor, de modo que su densidad va decreciendo hasta quedar por debajo del umbral mínimo visible. Cuando el movimiento se invierte, entonces (como sabemos gracias a las leyes físicas que rigen los medios viscosos) cada parte del fluido invierte su camino, de modo que, al

terminar, el elemento fluido en forma de hebra recupera su forma inicial. Al hacerlo así, arrastra las partículas de tinta con él, de modo que, al final, también llegan a juntarse y se hacen lo suficientemente densas como para trasponer el umbral de su perceptibilidad, emergiendo así otra vez como gota visible.

Cuando las partículas de tinta se han estirado en una larga hebra, podemos decir que están *plegadas* dentro de la glicerina, del mismo modo que si dijéramos que un huevo está plegado dentro de un bizcocho. Naturalmente, la diferencia está en que la gota puede desplegarse invirtiendo el movimiento del fluido, mientras que no habrá manera de desplegar otra vez el huevo (esto sucede porque aquí el material ha sido sometido a una mezcla difusiva irreversible).

La analogía de este plegamiento y desplegamiento del orden implicado, que hemos introducido en relación con el holograma, es bastante buena. Para desarrollar más aún esta analogía, permítasenos considerar dos gotas de tinta muy próximas, y, para hacer que sea más fácil distinguirlas, supondremos que las partículas de tinta de una gota son rojas, mientras que las de la otra gota son azules. Si ahora hacemos girar el cilindro exterior, cada uno de los dos elementos separados del fluido, en los que están en suspensión las partículas de tinta, se estirarán en sendas hebras, y cada una de ellas, mientras siguen manteniéndose separadas y distinguibles, se entrelazará con la otra en una muestra complicada demasiado fina como para ser perceptible por el ojo (muy parecida al patrón de interferencia registrado en el holograma, respecto al cual, sin embargo, tiene un origen bastante diferente). Naturalmente, en cada gota, las partículas de tinta son transportadas por los movimientos del fluido, pero cada una de ellas permanece en su propia hebra de fluido. Sin embargo, al terminar, en cada región lo suficientemente grande como para ser visible a simple vista, las partículas rojas de una de las gotas y las azules de la otra se podrán ver mezcladas, aparentemente al azar. Sin embargo, cuando se invierta el movimiento del fluido, cada elemento en forma de hebra del fluido retrocederá sobre sí mismo hasta que, al final, ambos se reunirán otra vez en dos regiones claramente separadas. Si uno fuera capaz de observar más de cerca lo que está ocurriendo (por ejemplo, con un microscopio), vería cómo comenzaban a separarse las partículas rojas y verdes que estaban muy próximas, mientras que las partículas del mismo color que estaban alejadas comenzaban a reunirse. Se diría que las partículas distantes de un mismo color «sabían» que tenían un destino común, separado del de las partículas de otro color que tenían tan cerca.

Desde luego, en este caso no existe realmente tal «destino». En realidad hemos explicado mecánicamente todo lo que ha sucedido mediante los complejos movimientos de los elementos fluidos en los que se hallan en suspensión las partículas de tinta. Pero tenemos que recordar aquí que este aparato sólo es una analogía para ilustrar una noción nueva de orden. Para que esta

noción se mantenga claramente, es necesario comenzar por fijar nuestra atención en las partículas de tinta solas, y dejar de lado la consideración del fluido en el cual se hallan en suspensión, al menos por el momento. Cuando los conjuntos de las partículas de tinta de cada gota hayan sido arrastrados hasta formar una hebra invisible, de modo que las partículas de ambos colores queden entremezcladas, no obstante podrá decirse que cada uno de ellos *como un conjunto,* es, en cierto modo, distinto del otro. En general, esta distinción no es evidente para los sentidos, pero está relacionada en cierto modo con la situación total de la cual proceden ambos conjuntos. La situación de la cual hablamos, incluye los cilindros de vidrio, el fluido viscoso y sus movimientos, y la distribución original de las partículas de tinta. Así

pues, podemos decir que cada partícula de tinta pertenece a cierto conjunto distinto, y que está estrechamente relacionada con las demás de este conjunto por la fuerza de una necesidad global, inherente a esta situación total, que llevará al conjunto entero hacia un fin común (es decir, a reconstituir la forma de la gota).

En el caso de este aparato, la necesidad global opera mecánicamente como el movimiento del fluido, según ciertas leyes de la hidrodinámica bien conocidas. Sin embargo, como hemos indicado antes, al final tendremos que abandonar esta analogía mecánica y seguir adelante para considerar el holomovimiento. En éste también existe una necesidad global (lo que hemos lla

mado «holonomía» en el capítulo sexto), pero sus leyes ya no son mecánicas. Más bien, como hemos apuntado en el apartado 2 de este capítulo, sus leyes deben ser, a primera vista, las de la teoría cuántica, mientras que, cuando las consideremos con más atención, llegarán a sobrepasar incluso a éstas en aspectos que, por ahora, sólo podemos discernir confusamente. No obstante, prevalecerán ciertos principios distintivos, tanto en el holomovimiento como en su analogía con el aparato construido con cilindros de vidrio. Es decir, conjuntos de elementos que se entremezclan o interpenetran en el espacio, pueden, sin embargo, ser distinguidos, pero solamente dentro del contexto de ciertas situaciones totales en las cuales los miembros de cada

conjunto están relacionados por la fuerza de una necesidad global, inherente a estas situaciones, que los reunirá de un modo especificable.

Ahora que hemos establecido una nueva clase de distinción de los conjuntos que están plegados juntos en el espacio, podremos proseguir, colocando estas distinciones dentro de un *orden.* La noción más sencilla de orden es la de una secuencia o sucesión. Comenzaremos con esta idea sencilla y la ampliaremos después a nociones de orden mucho más complejas y sutiles.

Como se ha expuesto en el capítulo quinto, la esencia de un orden secuencial sencillo está en la serie de relaciones entre distintos elementos:

A:B::B:C::C:D ...

Por ejemplo, si *A* representa un segmento de una línea, *B* el siguiente, etcétera, la secuencialidad de los segmentos de la línea se seguirá de este conjunto de relaciones.

Regresemos ahora a nuestra analogía de la tinta en el fluido, y supongamos que hemos insertado en el fluido una gran cantidad de gotas, colocadas muy cerca unas de otras y dispuestas en una línea (esta vez no supondremos colores diferentes). Las etiquetaremos como *A*, B, C, *D* ... Ahora hacemos girar el cilindro exterior varias veces, para que de cada una de las gotas surja un conjunto de partículas de tinta, plegadas en una región del espacio tan amplia que todas las gotas se entremezclen. Etiquetaremos los conjuntos sucesivos como *A\ B\C\ D'...*

Está claro que, en cierto sentido, hemos plegado un orden lineal dentro del fluido. Este orden podrá expresarse mediante las relaciones

Este orden no aparece a los sentidos. Pero su realidad todavía puede demostrarse si invertimos el movimiento del fluido para que los conjuntos *A\ B* C\ D\ ... se desplieguen y ha

gan surgir la serie original de gotas dispuestas linealmente *A, B, C,D,...*

En este caso hemos tomado un orden explicado preexistente, que consistía en conjuntos de partículas de tinta dispuestas a lo largo de una línea, y los hemos transformado en un orden de conjuntos plegados, lo cual es parecido en cierto aspecto clave. Lo siguiente que vamos a considerar es una clase de orden más sutil, que no se podrá derivar de una transformación como ésta.

Supongamos ahora que colocamos una gota de tinta, A_y y que hacemos girar el cilindro exterior *n* veces. Después colocamos una segunda gota de tinta, fí, en el mismo lugar, y volvemos a hacer girar el cilindro *n* veces. Seguimos con este procedimiento con gotas sucesivas, C, D, £,... Los conjuntos resultantes de partículas de tinta, *a,b,c,d,e,...*, diferirán ahora de otro modo, porque, cuando el movimiento del fluido se invierta, los conjuntos se reunirán sucesivamente para formar gotas en un orden opuesto a aquel en el cual fueron colocadas. Por ejemplo, en una determinada etapa, las partículas del conjunto *d* se reunirán (después volverán a ser arrastradas para formar una hebra). Esto les ocurrirá a los de c, después a los de ¿>, etcétera. De

esto se deducirá que el conjunto *d* está relacionado con el de *c* como el de *c* con el de *b*, y así sucesivamente. De este modo, estos conjuntos formarán un cierto orden secuencial. Sin embargo, en ningún sentido se trata de una transformación de un orden lineal en el espacio (como el de la secuencia *A\ B\ C\ D* ..., que hemos considerado antes), porque, en general, solamente uno de estos conjuntos se desplegará cada vez; cuando cada uno de ellos esté desplegado, todos los demás estarán todavía plegados. En pocas palabras, tenemos un orden que no puede ser

desplegado en su totalidad al mismo tiempo y que no por ello es menos real, como se pondrá de manifiesto cuando se vayan haciendo visibles sucesivas gotas, según vayamos haciendo girar el cilindro.

Llamaremos a esto un *orden intrínsecamente implicado,* para distinguirlo de un orden que pueda estar plegado pero que pueda desplegarse simultáneamente en un solo orden explicado. Aquí tenemos un ejemplo de cómo un orden explicado, como

decíamos en el apartado 2, es un caso particular de un conjunto más general de órdenes implicados.

Sigamos combinando ahora los dos tipos de orden que hemos descrito.

Coloquemos primero una gota, *A*, en cierta posición y hagamos girar el cilindro *n* veces. Coloquemos después una gota, *B,* en una posición ligeramente diferente, y hagamos girar el cilindro *n* veces más (de tal modo que *A* haya sido plegada *In* veces). Sigamos colocando después otra gota, C, a lo largo de la línea *A B* y hagamos girar el cilindro *n* veces más, de modo que *A* haya quedado plegada *3n* veces, B, *2n* veces, *y C,n* veces. Procederemos así hasta plegar un gran número de gotas. Movamos después el cilindro de manera rápida en dirección opuesta. Si la frecuencia con que emerjan las gotas es más rápida que el tiempo de resolución mínimo para el ojo humano, lo que veremos aparentemente es una partícula que se mueve continuamente y que cruza el espacio.

Este plegamiento y desplegamiento en el orden implicado proporciona, evidentemente, un modelo nuevo que podrá ser, por ejemplo, el de un electrón, y es bastante diferente del que nos ha proporcionado la noción mecanicista habitual acerca de una partícula que en cada momento sólo existe en una pequeña región del espacio, y que cambia de posición continuamente con el tiempo. Lo que es esencial para este nuevo modelo es que, en lugar de esto, el electrón deberá ser comprendido mediante todo el grupo de conjuntos plegados, que generalmente no están localizados en el espacio. En cada momento dado, uno de ellos puede estar desplegado y, por consiguiente, localizado, pero, en el momento siguiente, éste se plegará para ser reemplazado por el que le sigue. La noción de la continuidad de la existencia es aproximada, porque la rápida recurrencia de formas similares cambia de una manera sencilla y regular (del mismo modo que la rueda de una bicicleta, girando rápidamente, produce más la impresión de un disco macizo que la de una secuencia de radios que giran). Naturalmente, de un modo más fundamental, la partícula es solamente una abstracción que se hace manifiesta para nuestros sentidos. *Lo que existe* es siempre

una totalidad de conjuntos, todos presentes a la vez, en una serie ordenada de etapas de pliegue y despliegue, que en principio se entremezclan e interpenetran mutuamente y por completo a través de la totalidad del espacio.

Sigue siendo evidente que podríamos haber plegado cualquier número de tales «electrones», cuyas formas se habrían entremezclado e interpenetrado en el orden implicado. Sin embargo, según se fueran desplegando estas formas y se fueran haciendo manifiestas para nuestros sentidos, habrían ido apareciendo como un conjunto de «partículas», claramente separadas unas de otras. La disposición de los conjuntos pudo haber sido tal que estas manifestaciones parecidas a partículas aparecieran «moviéndose» independientemente en líneas rectas, o siguiendo, igualmente, caminos curvos que estuvieran relacionados y dependieran unos de otros, como si existiera alguna fuerza de interacción entre ellos. Y, puesto que la física clásica se ha propuesto tradicionalmente explicarlo todo mediante sistemas de partículas que interactúan, está claro en principio que se podría tratar con la misma

eficacia el dominio entero que cubren estos conceptos clásicos, valiéndonos de nuestro modelo de secuencias ordenadas de conjuntos plegados y desplegados.
Lo que estamos proponiendo aquí es que, en el dominio cuántico, este modelo es muchísimo mejor que la noción clásica de un conjunto interactuante de partículas. De este modo, aunque, por ejemplo, las manifestaciones de un electrón sucesivamente localizadas podrían estar tan próximas unas a otras **que** se aproximaran mucho a un trazo continuo, esto no tendría **que** ser

siempre así. En principio, pueden estar permitidas las dis \ continuidades en los trazos manifiestos, y esto, desde luego, servirá para explicar, como dijimos en el apartado 2, cómo **pue**; de ir un electrón de un estado a otro sin pasar por los estados in \ termedios. Esto es posible, porque la «partícula» sólo es **una** i abstracción de una estructura total mucho mayor. Esta abstrae] ción es lo que se manifiesta a nuestros sentidos (o instrumentos), pero, no hay razón alguna para que deba tener **un movi** j miento continuo (ni tampoco, ciertamente, una existencia continua).

Ahora bien, si se modifica el contexto total del proceso, pueden surgir modos de manifestación completamente nuevos. Así, para volver a la analogía tintafluido, si cambiamos los cilindros, o si se colocan obstáculos en el fluido, la forma y el orden de la manifestación serán diferentes. Esta dependencia de lo que se manifiesta a la observación con respecto a la situación total tiene un estrecho paralelo con una característica que hemos mencionado ya en el apartado 2, es decir, que, según la teoría cuántica, los electrones pueden mostrar propiedades que tan pronto se parecen a las de las partículas como a las de las ondas (o a las de alguna cosa intermedia), de acuerdo con el conjunto de la situación total en que existan y en la cual puedan estar siendo observados experimentalmente.
Lo que hemos dicho hasta aquí indica que, generalmente, el orden implicado da cuenta de un modo mucho más coherente de las propiedades cuánticas de la materia de lo que lo hace el orden mecanicista tradicional. Lo que estamos proponiendo aquí es que, en consecuencia, se tome el orden implicado como fundamental. Sin embargo, para comprender esta propuesta por completo, es necesario contrastarla cuidadosamente con lo que supone la propuesta mecanicista basada en el orden explicado, porque, incluso según esta última, es natural que haya que admitir que, a fin de cuentas, el plegamiento y el desplegamiento pueden tener lugar, en cierto sentido, en varias situaciones específicas (por ejemplo, como lo que ocurre con la gota de tinta). Sin embargo, no se considera que esta situación tenga ningún significado fundamental. Se piensa que todo lo que es primario, independientemente existente y universal, se puede explicar, en un orden explicado, como elementos que están relacionados externamente (y se acostumbra a pensar que se trata de partículas, o campos, o de alguna combinación de ambos). Si acaso se encontrara que existía realmente algún pliegue o despliegue, se supondría, por tanto, que éstos podrían explicarse al I i nal según un orden subyacente, explicado por medio de un análisis mecanicista más profundo (como, ocurre con el aparato ele la gota de tinta).
Nuestra propuesta de comenzar con el orden implicado
\ IH

como básico significa que lo que es primario, existente indepeí dientemente, y universal, se tiene que expresar según el orde implicado. De modo que estamos sugiriendo que es el orden ir. plicado el que es autónomamente activo, mientras que, con indicamos antes, el orden explicado fluye de una ley del orde implicado, por lo que es secundario, derivado, y solamenti apropiado dentro de ciertos límites concretos. O, para ponerfh de otra manera, las relaciones que constituyen la ley fundamen tal están entre las estructuras plegadas que se entremezclan i interpenetran mutuamente y por completo, a través de la tota dad del espacio, antes que entre las formas abstractas y separa das que se manifiestan a nuestros sentidos (y a nuestros instr mentos).
¿Cuál es, pues, el significado de que, en el orden explicado! se nos aparezca el «mundo manifiesto», aparentemente inde pendiente y existente por sí mismo? La respuesta a esta cues tión viene indicada por la raíz de la palabra «manifiesto», qu

procede del latín *manus*, que significa «mano». En esencia, le que es manifiesto es lo que puede tenerse en la mano: algo sólH do, tangible y visiblemente estable. El orden implicado tiene su campo en el holomovimiento, que es, como hemos visto, vasto,s rico, y en un estado de flujo sin fin o de pliegue y despliegue,! con muchas más leyes que las que sólo hemos conocido vagai mente, y que incluso, en último extremo, pueden ser incognos^ cibles en su totalidad. Siendo esto así, no puede asirse como algo sólido, tangible y estable para los sentidos (o para nuestros*

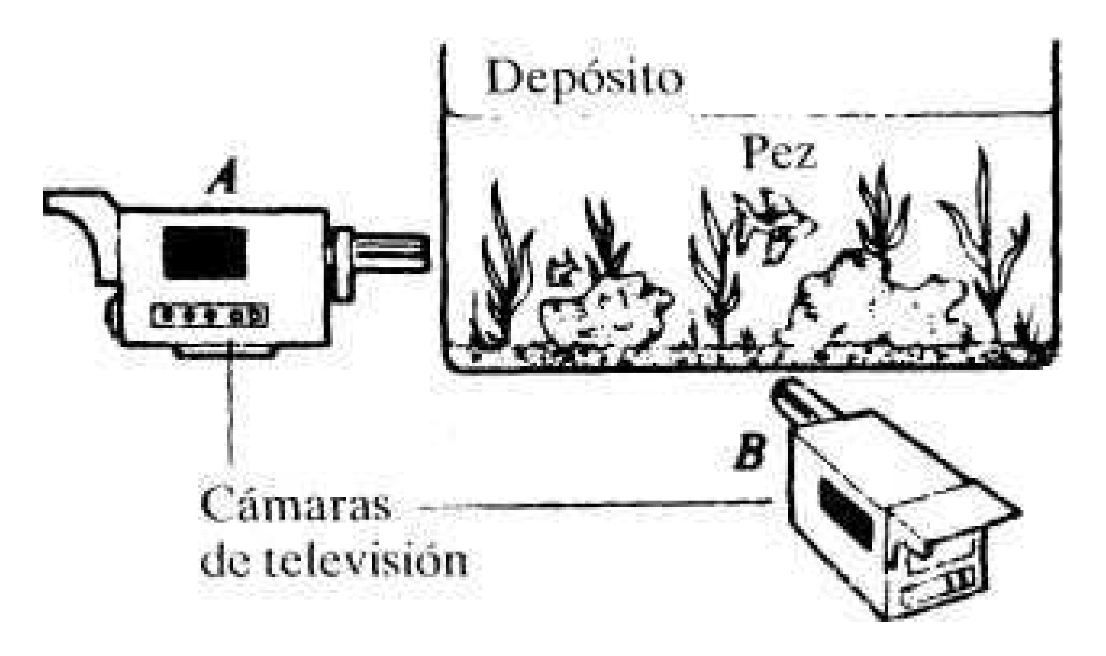
instrumentos). Sin embargo, como ya hemos indicado antes, se puede suponer que la ley de la totalidad (holonomía) es tal que, en un cierto suborden, dentro de todo el conjunto del orden implicado, existe una totalidad de formas que tienen una aproxi \ mada especie de recurrencia, estabilidad y separabilidad. Evidentemente, estas formas son capaces de aparecer como los ele i mentos relativamente sólidos, tangibles y estables que forman nuestro «mundo manifiesto». El suborden especialmente distinguido que hemos indicado, en el cual se basa la posibilidad de este mundo manifiesto, es pues, en efecto, lo que queremos decir cuando hablamos del orden explicado.

Para nuestra conveniencia podemos siempre describir el orden explicado, o imaginarlo, o representárnoslo a nosotros mismos, como el orden presente para nuestros sentidos. Sin embargo, habrá que explicar si este orden *es,* en realidad, mayor o menor que el que aparece a nuestros sentidos. Esto no se hará mientras no seamos conscientes de nuestro «universo del discurso» y demostremos que la materia en general y la consciencia en particular pueden tener en común, al menos en cierto sentido, este orden explicado (manifiesto). Esta cuestión será explorada más adelante, cuando discutamos la consciencia en los apartados 7 y 8.

4. La teoría cuántica como indicio de un orden implicado multidimensional

Hasta aquí hemos estado presentando el orden implicado como un proceso de pliegue y despliegue que tiene lugar en el espacio tridimensional ordinario. Sin embargo, como hemos apuntado en el apartado 2, la teoría cuántica tiene una relación no local fundamentalmente nueva, que puede describirse como una conexión no causal de elementos mutuamente distantes, y que nos ha aportado el experimento de Einstein, Podolsky y Rosen.[6] No es necesario para nuestros propósitos que entremos en detalles técnicos sobre esta relación no local. Todo lo que nos importa aquí es que, si estudiamos las implicaciones de la teoría cuántica, nos encontraremos con que el análisis de un sistema total según un conjunto de partículas independientes pero interactuantes, se viene abajo de un modo radicalmente nuevo. En su lugar se descubre, tanto por la interpretación de las ecuaciones matemáticas como por los resultados de experimentos reales, que las diferentes partículas se deben considerar literalmente como proyecciones de una realidad con más de tres dimensiones que no puede justificarse si consideramos cualquier fuerza que inter actúe con ellas.[7]

Tendremos un concepto útil de lo que significa aquí una proyección si consideramos el siguiente aparato. Comenzaremos por un depósito rectangular, de paredes transparentes, lleno de agua (véase la figura 7.1).



Pantallas de televisión
Figura 7.1

Supongamos después que hay dos cámaras de televisión, A y B, enfocadas hacia lo que está ocurriendo en el agua (por ejemplo, un pez nadando), tal como se ve a través de dos de las paredes, situadas en ángulo recto. Ahora hagamos que las correspondientes imágenes de televisión sean visibles en las pantallas A y B en otra habitación. Lo que veremos será una cierta *relación* entre las imágenes que aparecen en las dos pantallas. Por ejemplo, en la pantalla A podemos ver la imagen de un pez, y en la pantalla B veremos otra imagen del mismo pez. Por lo general, en cualquier momento dado las dos imágenes *se verán* diferentes. Sin embargo, sus diferencias estarán relacionadas en el sentido en que, cuando se vea que una imagen ejecuta ciertos movimientos, se verá que la otra también los ejecuta de un modo correspondiente. Además, el contenido principal que está en una de las pantallas penetra en la otra, y viceversa (por ejemplo, cuando un pez que, al principio, estaba de frente a la cámara A, gire en ángulo recto, la imagen que estaba antes en A podremos encontrarla ahora en B). De este modo, el contenido de la imagen de una pantalla estará siempre relacionado con el de la otra y lo reflejará.

Sabemos, desde luego, que las dos imágenes no se refieren a dos realidades que existan independientemente pero que interactúen (en las cuales, por ejemplo, se pueda decir que una de las imágenes «cause» cambios relacionados en la otra). Antes bien ambas se refieren a una misma realidad que es el campo común a ambas (y esto explica la correlación de sus imágenes sin presuponer que se afectan causalmente las unas a las otras). Esta realidad tiene una dimensionalidad superior a la de las imágenes separadas de las dos pantallas; o, para escribirlo de otro modo, las imágenes de las pantallas son *proyecciones* bidimensionales (o facetas) de una realidad tridimensional. En cierto sentido, esta realidad tridimensional tiene en su interior estas proyecciones bidimensionales. Más aún, mientras que estas proyecciones sólo existen como abstracciones, la realidad tridimensional tampoco *es* la de éstas, sino que es algo diferente, algo cuya naturaleza va más allá de ambas.

Estamos proponiendo aquí que se pueda comprender la propiedad cuántica de la relación no local ni causal de los elementos aplicándole, en cierto sentido, la noción que acabamos de describir. Es decir, que tenemos que contemplar cada una de las «partículas» que constituyen un sistema, más como la proyección de una realidad «de más de tres dimensiones» que cómo una partícula separada que existe junto con

todas las demás en un espacio tridimensional común. Por ejemplo, en el experimento de Einstein, Podolsky y Rosen que hemos mencionado antes, cada uno de los dos átomos que se combinaban inicialmente para formar una sola molécula deberá ser considerado como una proyección tridimensional de una realidad exadimensional. Esto se puede demostrar experimentalmente haciendo desintegrar la molécula y observando luego los dos átomos después de que se hayan separado y estén lo bastante distantes uno de otro como para que no interactúen y, por consiguiente, no tengan conexiones causales. Lo que realmente se ha encontrado ha sido que el comportamiento de los dos átomos está correlacionado de un modo que es bastante parecido al de las dos imágenes televisivas del pez que se han descrito antes. De este modo (como se demostrará con una consideración más cuidadosa de la fórmula matemática de las leyes cuánticas que se hacen aquí presentes), cada electrón actúa como si fuera una proyección de una realidad de más de tres dimensiones.
■ 11
Bajo ciertas condiciones,[8] las dos proyecciones tridimensionales correspondientes a los dos átomos tendrán cierta independencia en su comportamiento. Cuando se satisfagan esta condiciones, será un buen método el tratar ambos átomos come partículas respectivamente independientes pero interactuantes, y ambas en el mismo espacio tridimensional. Sin embargo *A* la mayoría de las veces, los dos átomos mostrarán la típica correlación no local de comportamiento que implica que, más en] el fondo, solamente son proyecciones tridimensionales de la especie que hemos descrito.

Un sistema constituido por *N* «partículas» es, pues, una realidad 3iYdimensional, de la que cada «partícula» es una proyección tridimensional. Bajo las condiciones ordinarias de nuestra experiencia, estas proyecciones estarán lo bastante cerca de la independencia como para que sea un buen método el que las tratemos del modo que acostumbramos a hacerlo, como un conjunto de partículas que existen por separado, todas ellas en el mismo espacio tridimensional. Bajo otras condiciones, este método no será el adecuado. Por ejemplo, a bajas temperaturas, un agregado de electrones muestra una nueva propiedad: la superconductividad, en la cual desaparece la resistencia eléctrica de tal modo que la corriente eléctrica puede fluir indefinidamente. Esto se explica demostrando que los electrones entran en un estado de diferente especie, en el que han dejado de ser mutuamente independientes. Antes bien, cada electrón actúa como una proyección de una sola realidad de más de tres dimensiones, y todas estas proyecciones participan de una correlación no local ni causal tal, que «cooperan» para rodear los obstáculos sin ser proyectados o difundidos y, por consiguiente, sin resistencia alguna. (Se podría comparar este comportamiento con el de un ballet, mientras que el comportamiento acostumbrado de los electrones podría compararse al de una multitud agitada, moviéndose atropelladamente.)

Lo que se sigue de todo esto es que el orden implicado debe ser considerado básicamente como un proceso de pliegue y despliegue de un espacio multidimensional. Sólo bajo ciertas condiciones puede verse de forma más simple como un proceso de pliegue y despliegue en tres dimensiones. Hasta aquí hemos usado esta especie de simplificación, no sólo para la analogía de la mancha de tinta, sino también para el holograma. Por cierto que, como ya ha sido señalado en este capítulo, el campo electromagnético, que es el campo de la imagen bolo gráfica, obedece a las leyes de la teoría cuántica, y, cuando éstas se aplican con propiedad al campo nos encontramos con que éste es también una realidad multidimensional que solamente bajo ciertas condiciones se puede simplificar como una realidad tridimensional.

Así pues, el orden implicado debe extenderse con bastante frecuencia a una realidad multidimensional. En principio, esta realidad es una totalidad no fragmentada,

incluyendo el universo entero con todos sus «campos» y «partículas». Así que tenemos que decir que el holomovimiento envuelve y despliega un orden multidimensional, cuya dimensionalidad es, en efecto, infinita. Sin embargo, como ya hemos visto, generalmente podemos abstraer subtotalidades relativamente independientes, que existirán como aproximadamente autónomas. Así, el principio de la relativa autonomía de las subtotalidades que introdujimos antes como básico para el holomovimiento, vemos ahora que se extiende al orden multidimensional de la realidad.

5. *La cosmología y el orden implicado*

A partir de nuestra consideración acerca de cómo debe comprenderse la estructura general de la materia según el orden implicado, vamos a entrar ahora en ciertas nociones nuevas de cosmología que están implícitas en lo que hemos estado tratando aquí.

Para ello advertimos primero que, cuando aplicamos la teoría cuántica a los campos (de la manera que se ha discutido en el apartado anterior), encontramos que los estados posibles de energía de estos campos son discretos (o cuantizados). Tal estado del campo es, en ciertos aspectos, una excitación ondulatoria que se extiende por una amplia región del espacio. Pero de algún modo tiene también un cuanto discreto de energía (y momento) proporcional a su frecuencia, de modo que, en este aspecto, se parece a una partícula[9] (por ejemplo, a un fotón). Sin embargo, si, por ejemplo, consideramos el campo electromagnético en el espacio vacío, encontraremos, según la teoría cuántica, que cada uno de los modos de excitación «ondapartícula» del campo tiene lo que se llama una energía del «punto cero», por debajo de la cual no puede llegar, ni siquiera cuando su energía descienda hasta el mínimo posible. Si sumáramos las energías de todos los modos de excitación «ondapartícula» en todas las regiones del espacio, la suma sería infinita, porque incluiría un número infinito de longitudes de onda. No obstante, hay una buena razón para suponer que no hay ninguna necesidad de sumar las energías que corresponden a longitudes de onda cada vez más cortas. Debe existir cierta longitud de onda que sea la más corta posible, de modo que el número total de modos de excitación y, por consiguiente, la energía, sean finitos.

Si aplicamos las reglas de la teoría cuántica a la teoría general de la relatividad comúnmente aceptada, encontraremos que el campo gravitatorio está constituido también por estos modos «ondapartícula», cada uno con su mínimo de energía del «punto cero». De lo que se deduce que el campo gravitatorio y, por consiguiente, la definición de lo que entendemos por distancia, ya no quedan completamente definidos. Si siguiéramos sumando excitaciones del campo gravitatorio correspondientes a longitudes de onda cada vez más cortas, llegaríamos a cierta longitud con la que las mediciones del espacio y del tiempo se harían totalmente indefinibles. Más allá de este punto, todas nuestras nociones acerca del espacio y del tiempo, tal como nosotros los conocemos, se desvanecerían en algo que, hasta ahora, no puede especificarse. Así que es razonable suponer, al menos provisionalmente, que tal longitud de onda es la más corta que podemos considerar que contribuye a la energía del «punto cero» del espacio.

Cuando estimamos esta longitud, nos resulta estar cerca de los 10^{-33} cm. Esto es mucho más corto que nada de lo que se haya demostrado en los experimentos físicos (que han conseguido acercarse a los 10^{-17} cm, más o menos). Si se calculara la cantidad de energía que existe en un centímetro cúbico de espacio, hasta esta longitud de onda más corta posible, resultaría ser mucho mayor que la energía total de toda la materia que existe en el universo conocido.[10]

Lo que supone nuestra propuesta es que lo que llamamos espacio vacío contiene un fondo inmenso de energía, y que la materia, tal como la conocemos, es una pequeña excitación «cuantizada» en forma de onda, que se eleva sobre este fondo de un modo bastante parecido al de un pequeño rizo sobre un vasto mar. En las teorías físicas habituales se evita la consideración explícita de este fondo porque sólo se calcula la diferencia entre la energía del espacio vacío y la del espacio que tiene materia en él. Esta diferencia es todo lo que cuenta para determinar las propiedades generales de la materia, tal como nos son ahora accesibles a la observación. Sin embargo, desarrollos posteriores de la física pueden hacer posible que se demuestre de una manera más directa el fondo que hemos descrito. Por otra parte, incluso en la actualidad, este vasto mar de energía puede desempeñar un papel decisivo para llegar a comprender el cosmos como un todo.

Respecto a esto puede decirse que el espacio, que tiene mucha energía, está más *lleno* que vacío. Por cierto que las dos nociones opuestas, del espacio como vacío y del espacio como lleno, se han alternado continuamente durante el desarrollo de las ideas, tanto filosóficas como físicas. Así, en la antigua Grecia, la escuela de Parménides y de Zenón sostuvieron que el espacio era una plenitud. Este punto de vista era combatido por Demócrito, quien tal vez fue el primero que propuso seriamente una visión del mundo que concebía el espacio como una vacuidad (es decir, el vacío), en la cual las partículas materiales (por ejemplo, los átomos) tenían libertad para moverse. La ciencia moderna ha favorecido por lo general esta última visión atomista y, durante el siglo xix, todavía se mantenía con seriedad, sirviéndose de la hipótesis de un *éter* que llenaba todo el espacio. La materia, que se consideraba como un conjunto de formas especiales recurrentes, estables y separables, sumergidas en el éter (como ondas o remolinos), se transmitía a través de este espacio lleno como si en realidad estuviera vacío.

Una noción similar se emplea en la física moderna. Según la teoría cuántica, un cristal en el cero absoluto permite que los electrones lo atraviesen sin dispersarlos. Pasan a su través como si su espacio estuviera vacío. Si asciende la temperatura del cristal, aparecerán las heterogeneidades, y éstas dispersarán los electrones. Cuando se usen los electrones para observar el cristal (es decir, enfocándolos con una lente electrónica para obtener una imagen), lo que se hará visible serán justamente las heterogeneidades. Así parecerá que las heterogeneidades existen independientemente, y que el cuerpo principal del cristal es la nada absoluta.

Estamos sugiriendo aquí, pues, que lo que percibimos por los sentidos como espacio vacío es, en realidad, una plenitud que es la base para la existencia de todas las cosas, incluyéndonos a nosotros mismos. Las cosas que aparecen ante nuestros sentidos son formas derivadas, y su verdadero significado solamente se puede ver cuando consideramos la plenitud, en la cual se engendran y sostienen, y en la cual acabarán desvaneciéndose.

Sin embargo, ya no habrá que concebir esta plenitud según la idea de un simple medio material, como si fuera un éter que sólo existiese y se moviese por un espacio tridimensional. Habrá que comenzar por tener en cuenta el holomovimiento, en el que está el inmenso «mar» de energía que hemos descrito antes. Este mar debe ser entendido según un orden implicado multidimensional, con los rasgos esbozados en el apartado 4, mientras que el entero universo de la materia, tal como lo observamos generalmente, habrá que tratarlo como un patrón de excitación comparativamente pequeño. Este patrón de excitación es relativamente autónomo, y origina proyecciones aproximadamente recurrentes, estables y separables, en un orden explicado de manifestación tridimensional que equivale, más o menos, al del espacio de nuestra común experiencia.

Teniendo presente todo esto, consideremos la noción corriente, generalmente aceptada, de que el universo, tal como lo conocemos, se originó en lo que es casi un

punto único en el espacio y el tiempo, mediante un «big bang» que ocurrió hará unos diez mil millones de años. Según nuestro concepto, este «big bang» se deberá considerar realmente como un «pequeño rizo». Obtendremos una imagen interesante de esto si consideramos que, en medio del océano real (es decir, el de la superficie de la Tierra), miríadas de olitas terminan por reunirse de un modo fortuito, con tales relaciones de fase que, de pronto, acaban por formar, en un pequeño espacio, una ola muy alta que parece como si no viniera de ninguna parte y apareciera de la nada. Tal vez suceda algo así en el océano inmenso de la energía cósmica, en donde pudo crearse una repentina pulsación de onda, de la cual naciera nuestro «universo». Esta pulsación pudo estallar hacia afuera y romperse en ondas más pequeñas que todavía se extendieron más afuera para constituir nuestro «universo en expansión». Este último tendría su «espacio» plegado en su interior como un orden explicado y manifiesto especialmente distinguido.[11]

Según esta propuesta se deduce que la tentativa habitual de comprender nuestro «universo» como si fuera existente por sí mismo e independiente del mar de energía cósmica, sólo puede funcionar, en el mejor de los casos, de un modo limitado (que dependerá de hasta qué punto le apliquemos la noción de una subtotalidad relativamente independiente). Por ejemplo, los «agujeros negros» nos pueden llevar a un área en la cual el fondo cósmico de energía sea importante. Y también puede ser que existan, desde luego, muchos otros universos en expansión.

Por si fuera poco, recordemos que incluso este vasto mar de energía cósmica sólo tiene en cuenta lo que ocurre en una escala que se limita a la longitud crítica de onda de 10^{-33} cm, a la cual nos hemos referido antes. Pero esta longitud es solamente cierta clase de límite para aplicar nuestras nociones comunes acerca del espacio y del tiempo. Suponer que no existe nada en absoluto más allá de este límite sería ciertamente bastante arbitrario. Es muy probable que, más allá, se encuentre un nuevo dominio, o un conjunto de dominios, acerca de cuya naturaleza no tenemos, por ahora, la más pequeña idea.

Lo que hemos visto hasta aquí es una progresión desde el or* den explicado al simple orden implicado tridimensional, des* pues al orden implicado multidimensional y, después, a **una** ampliación de éste al inmenso «mar» que percibimos como el espacio vacío. La etapa siguiente nos puede llevar a un mayor enriquecimiento y ampliación de nuestra idea del orden implicado, más allá del límite crítico de 10^{-33} cm antes mencionado; o también puede llevarnos a algunas nociones básicamente nuevas que no se podrán comprender ni siquiera dentro del posible desarrollo posterior del orden implicado. Sin embargo, sea como fuere, lo que está claro es que podemos suponer que el principio de la relativa autonomía de las subtotalidades sigue siendo válido. Toda subtotalidad, incluyendo todas las que hemos estado considerando hasta ahora, pueden ser estudiadas en sí mismas hasta cierto punto. Así, sin suponer que hayamos llegado ya a un esbozo de verdad absoluta y final, al menos podremos dejar de lado, durante un tiempo, la necesidad de considerar lo que pueda haber más allá de las inmensas energías del espacio vacío, y seguir obteniendo más implicaciones de la subtotalidad de orden que se nos ha revelado hasta ahora.

6. El orden implicado, vida y fuerza de la necesidad en su totalidad

En este apartado sacaremos a la luz el significado del orden implicado, demostrando primero cómo hace posible la comprensión tanto de la materia inanimada como la de la vida, sobre la base de la existencia de un solo fundamento común a ambas, y proseguiremos después para proponer cierta fórmula muy general para las leyes del orden implicado.

Permítasenos comenzar considerando el crecimiento de una planta. Éste comienza en una semilla, pero ésta no contribuye en nada, o muy poco, ni a la verdadera sustancia material de la planta, ni a la energía necesaria para hacer que crezca. Esta última procede, casi por completo, del suelo, del agua, del aire y de la luz del sol. Según las teorías modernas, la semilla contiene *información* en forma de ADN, y esta información «dirige» en cierto modo a su entorno para que forme la planta correspondiente.

Según el orden implicado, podemos decir que incluso la materia inanimada se mantiene en un proceso continuo similar al del crecimiento de las plantas. Así, recordando el modelo del electrón según la tinta en el fluido, vemos que tenemos que considerar esta «partícula» como un orden de plegamiento recurrentemente estable, en el cual cierta forma sufre cambios regulares que se manifiestan una y otra vez, pero tan rápidamente que parece tener una existencia continua. Podemos comparar esto con un bosque, constituido por árboles que están muriendo continuamente y que son reemplazados por otros nuevos. Si esto lo consideramos en una escala de tiempo larga, podremos considerar que este bosque existe continuamente, aunque su entidad cambie poco a poco. Del mismo modo, cuando los entendemos según el orden implicado, vemos que la materia inanimada y los seres vivos son básicamente, en ciertos aspectos decisivos, parecidos a estos modos de existir.

Cuando la materia inanimada se deja abandonada a sí misma, el proceso descrito de pliegue y despliegue reproduce justamente una forma similar de materia inanimada, pero, cuando es «informada» más tarde por la semilla, en lugar de esto comienza a producir una planta viva. Al final de este proceso, esta última produce una nueva semilla, que permite que continúe el proceso después de la muerte de esta planta.

Ya que la planta se forma, se mantiene y se disuelve mediante el intercambio de materia y de energía con su entorno, ¿hasta qué punto podemos decir que existe una distinción neta entre lo que está vivo y lo que no lo está? Seamos claros: una molécula de dióxido de carbono que cruza la membrana de una célula para entrar dentro de una hoja, no «empieza a vivir» de repente, del mismo modo que una molécula de oxígeno no «muere» de pronto cuando es devuelta a la atmósfera. Más bien habrá que considerar que la vida misma pertenece en cierto sentido a una totalidad que incluye tanto a la planta como a su entorno.

Se puede decir que la vida está envuelta en la totalidad y que, incluso cuando no se manifiesta, es algo «implícito» en cierto modo en lo que llamamos una situación en la que la vida no existe. Podemos ilustrar este hecho considerando el conjunto de todos los átomos que están ahora en el entorno pero que terminarán por constituir una planta que crecerá hasta producir cierta semilla. Evidentemente, este conjunto es similar, en ciertos aspectos clave, al que considerábamos en el apartado 3: el de las partículas que formaban una gota. En ambos casos, los elementos del conjunto se reunirán para contribuir a un fin común (en un caso, una gota de tinta y, en el otro, una planta viva).

Sin embargo, esto no significa que la vida se pueda reducir por completo nada más que al producto de la actividad de una base, regida solamente por las leyes de la materia inanimada (aunque no negamos que *ciertas* características de la vida puedan entenderse de este modo). Lo que estamos proponiendo es que, al igual que la noción de holomovimiento se enriqueció al pasar del orden implicado tridimensional al multidimensional, y después al vasto «mar» de energía en el espacio «vacío», así podemos enriquecer ahora esta noción más aún, diciendo que el holomovimiento incluye igualmente en su totalidad el principio de la vida. La materia inanimada debe considerarse, pues, como una subtotalidad relativamente autónoma en la cual, al menos hasta donde sabemos ahora, la vida no se manifiesta de una manera significativa. Es decir, la materia inanimada es una abstracción secundaria, derivada

y particular del holomovimiento (como también lo podría ser la noción de una «fuerza vital» completamente independiente de la materia). Ciertamente, el holomovimiento, que es «vida implícita», es el fundamento tanto de la «vida explícita» como de la «materia inanimada», y es este fundamento lo que es primario, existente por sí mismo y universal. De este modo no producimos fragmentación alguna entre la vida y la materia inanimada, ni intentamos reducir por completo la primera más que a un resultado de la segunda.

Describamos ahora la propuesta anterior de un modo más general. Lo que es básico para la ley del holomovimiento es, como hemos visto, que se puede abstraer un conjunto de subtotalidades relativamente autónomas. Ahora podemos añadir que las leyes de cada una de estas subtotalidades abstraídas opera, bastante generalmente, bajo ciertas condiciones y limitaciones que solamente se definen en su correspondiente situación total (o conjunto de situaciones similares). Este modo de operar tendrá, en general, estas tres características básicas:

1. Un conjunto de órdenes implicados.
2. Un caso especialmente distinguido de este conjunto, que constituye un orden de manifestación explicada.
3. Una relación general (o ley) que expresa una fuerza de necesidad que vincula entre sí a cierto conjunto de los elementos del orden implicado de tal modo que contribuyen a un fin común explicado (diferente de aquel al que contribuirá otro conjunto de elementos interpenetrados y entremezclados).

El origen de esta fuerza de necesidad no puede entenderse solamente según unos órdenes explicado e implicado que pertenezcan al tipo de situación que se está considerando. A este nivel, más bien tiene que aceptarse sólo como inherente al conjunto de esta situación. Para comprender su origen tendríamos que entrar en un nivel más profundo, más comprensivo y más íntimo de relativa autonomía que, sin embargo, tuviera también sus órdenes implicado y explicado, y una fuerza de necesidad consecuentemente más profunda y más interna que produjera su transformación en todas las demás.[12]

En pocas palabras, estamos proponiendo que esta/onraz de la ley de una subtotalidad relativamente autónoma, que es una generalización de todas las formas que hemos estudiado hasta ahora, debe considerarse como universal, y que, en nuestra obra siguiente, exploraremos las implicaciones de tal noción, al menos de un modo tentativo y provisional.

7. *La consciencia y el orden implicado*

Al llegar a este punto podemos decir que al fin hemos bosquejado algunos rasgos de nuestras nociones de cosmología y acerca de la naturaleza general de la realidad (aunque, desde luego, el «terminar» este boceto con los detalles adecuados requeriría una gran cantidad de trabajo posterior, mucho del cual todavía está por hacer). Consideremos ahora cómo debemos entender la consciencia en relación con estas nociones.

Comenzaremos por proponer que, en cierto sentido, la consciencia (que consideramos que incluye el pensamiento, el sentimiento, el deseo, la voluntad, etcétera) debe estar comprendida en el orden implicado, juntamente con la realidad como un todo. Es decir, estamos sugiriendo que el orden implicado se aplica tanto a la materia (viviente y no viviente) como a la consciencia, y que, por consiguiente, esto hará posible una comprensión de la relación general entre ambas, por lo cual seremos capaces de llegar a cierta noción del fundamento común de ambas (se sugirió algo parecido a esto en el apartado anterior, cuando discutíamos la relación entre la materia inanimada y la vida).

Hasta ahora se ha demostrado que llegar a comprender la relación entre la materia y la consciencia es extremadamente difícil, y esta dificultad radica en la diferencia, verdaderamente grande, que existe entre sus cualidades básicas, tal como se nos presentan en nuestra experiencia. Esta diferencia la expresó Descartes con una claridad meridiana. Descartes describió la materia como «sustancia extensa», y la consciencia como «sustancia pensante». Es evidente que, Descartes entendía por «sustancia extensa» algo formado por distintas formas que existían en el espacio, con un orden de extensión y separación básicamente similar al que hemos llamado orden explicado. Al usar el término «sustancia pensante», en tan neto contraste con «sustancia extensa», estaba implicando claramente que las varias formas distintas que aparecían en el pensamiento no tenían su existencia en un orden tal de extensión y separación (es decir, alguna clase de espacio), sino más bien en un orden diférente, en el cual la extensión y las separaciones no tenían una significación fundamental. El orden implicado tiene precisamente esta cualidad, de modo que, en cierto sentido, Descartes tal vez anticipó que debería considerarse a la consciencia según un orden que está más cerca del implicado que del explicado.
Sin embargo, cuando partimos, como hizo Descartes, de la extensión y de la separación en el espacio como primarias para la materia, no podemos encontrar en esta noción nada que nos sirva de base para relacionar la materia con la consciencia, ya que sus respectivos órdenes son diferentes. Descartes comprendió claramente esta dificultad y propuso resolverla mediante la idea de que esta relación era posible para Dios, que, al estar fuera y más allá de la materia y de la consciencia (puesto que las había creado a ambas), era capaz de darle a esta última «nociones claras y distintas» que fueran corrientemente aplicables a la primera. Desde aquel tiempo, la idea de que Dios se cuida de este requisito ha sido por lo general abandonada, pero el común de las gentes no ha advertido que, con ello, la posibilidad de comprender la relación entre la materia y la consciencia ha fracasado.
Sin embargo, en este capítulo hemos mostrado con cierto detalle que se puede entender la materia como un todo según la noción de que el orden implicado es la realidad inmediata y primaria (mientras que el orden explicado puede derivarse de él como un caso particular y distinguido). La cuestión que surge aquí es, pues, la de si la «sustancia» real de la consciencia puede ser entendida o no (como, en cierto sentido, ya anticipó Descartes) según la noción de que el orden implicado es también su primaria e inmediata realidad. Si la materia y la consciencia se pudieran entender así unidas, según la misma noción general de orden, se abriría el camino para comprender su relación mutua sobre la base de un fundamento común.[13] Así podríamos llegar al germen de una nueva noción de totalidad no fragmentada, en la cual la consciencia ya no estaría separada fundamentalmente de la materia.
Consideremos ahora qué justificación tiene la idea de que la materia y la consciencia tienen en común el orden implicado. Advirtamos primero que, en general, la materia es el objeto primario de nuestra consciencia. Sin embargo, como hemos visto a lo largo de este capítulo, las diferentes energías, como la luz, el sonido, etcétera, están envolviendo continuamente información que, en principio, concierne al universo entero de la materia en cada una de las regiones del espacio. Naturalmente, mediante este proceso, esta información puede entrar en los órganos de nuestros sentidos para seguir, por nuestro sistema nervioso, hasta el cerebro. Profundizando más aún, desde el primer momento, toda la materia de nuestros cuerpos envuelve el universo en cierto modo. ¿Es en esta estructura plegada, tanto de información como de materia (por ejemplo, en el cerebro y en el sistema nervioso), en donde entra por primera vez la consciencia?
Consideremos primero la cuestión de si la información está realmente plegada en las células del cerebro. Nos han proporcionado alguna luz sobre esta cuestión ciertas obras sobre la estructura del cerebro, notablemente la de Pribram.[14] Pribram ha

aportado pruebas que respaldan su sugerencia de que, generalmente, los recuerdos se graban en todo el cerebro, de tal modo que la información concerniente a un objeto o cualidad dados no queda almacenada en ninguna célula en particular ni en ninguna parte localizada del cerebro, sino más bien que toda la información queda envuelta en la totalidad del cerebro. Este almacenamiento se parece a un holograma en su función, pero su estructura real es mucho más compleja. Podemos, pues, sugerir que, cuando el registro «holográfico» es activado en el cerebro adecuadamente, su respuesta es la de crear un modelo de energía nerviosa que constituye una experiencia parcial similar a la que, al principio, produjo el «holograma». Pero también se diferencia en que es menos detallado, en que los recuerdos de muchos tiempos diferentes pueden quedar mezclados, y en que estos recuerdos pueden ser conectados por asociación y por el pensamiento lógico para dar posteriormente un cierto orden a todo el modelo. Además, si al mismo tiempo se está atendiendo a datos sensoriales, la totalidad de esta respuesta de la memoria se fundirá, en general, con la excitación nerviosa procedente de los sentidos para dar nacimiento a una experiencia global en la cual la memoria, la lógica y la actividad sensorial se combinen en una sola totalidad no analizable.

Desde luego, la consciencia es más que esto que acabamos de describir. Implica también conocimiento, atención, percepción, actos de comprensión, y tal vez más cosas aún. En el primer capítulo hemos sugerido que la consciencia puede ir más allá de una respuesta mecanicista (como ocurre en este caso, en que la función del modelo holográfico del cerebro tiene que implicarse a sí misma). De este modo, al estudiar estas actividades podemos ir acercándonos a la esencia de la experiencia consciente real más de lo que sería posible si discutiéramos simplemente los modelos de excitación de los nervios sensoriales y cómo podían grabarse estos modelos en la memoria.

Es difícil decir muchas cosas acerca de facultades tan sutiles como éstas. Sin embargo, reflexionando sobre ellas y prestando una cuidadosa atención a lo que ocurre en ciertas experiencias, se pueden obtener valiosas pistas. Consideremos, por ejemplo, lo que ocurre cuando se está escuchando música. En un momento dado se está tocando cierta nota, pero todavía está «reverberando» cierto número de notas anteriores. Una atención cuidadosa nos demostrará que la presencia simultánea y la actividad de todas estas reverberaciones es la responsable del sentido de movimiento, flujo y continuidad que se percibe inmediatamente. Si escucháramos el mismo conjunto de notas lo suficientemente separadas en el tiempo para que no existiera tal reverberación, se destruiría por completo esta sensación de un todo no fragmentado, de un movimiento vivo que le da significado y fuerza a lo que estamos oyendo.

Con esto queda claro que no se experimenta la realidad de este movimiento total «reteniéndolo» del pasado, con la ayuda de un recuerdo de la secuencia de las notas, y comparando este pasado con el presente. Lo que ocurre, como se puede descubrir dedicándole una atención posterior, es que las «reverberaciones» que hacen posibles estas experiencias no son recuerdos, sino que son más bien *transformaciones activas* de lo que vino antes, en las que no sólo encontramos un sentido generalmente difuso de los sonidos originales, con una intensidad decreciente según el tiempo que ha transcurrido desde que fueron advertidos por el oído, sino también diferentes respuestas emocionales, sensaciones corpóreas, movimientos musculares incipientes, y la evocación aún de un amplio espectro de otros significados, a menudo de gran sutileza. Así se puede obtener una sensación directa de cómo una secuencia de notas se implica en muchos niveles de la consciencia, y cómo, en cualquier momento dado, las transformaciones que están fluyendo de muchas notas así implicadas se interpenetran y entremezclan para dar origen a una sensación inmediata y primaria de movimiento.

Esta actividad en la consciencia constituye evidentemente un sorprendente paralelo con la actividad que hemos propuesto para el orden implicado en general. Así, en el apartado 3, dimos un modelo de un electrón en el que, en cualquier instante, estaba presente con él un grupo de conjuntos diferentemente transformados que se interpenetraban y entremezclaban en sus diferentes grados de implicación. En esta implicación hay un cambio radical, no sólo de forma, sino también de estructura, en todo el grupo de conjuntos (a este cambio lo hemos llamado metamorfosis en el capítulo sexto); y, sin embargo, permanece sin variar cierta totalidad de orden de los conjuntos, porque, a pesar de todos estos cambios, se conserva una similitud de orden, sutil pero fundamental.[15]

Como hemos visto, en la música existe una transformación (de las notas) básicamente similar, y en la que vemos que también se puede conservar un cierto orden. La diferencia clave entre ambos casos es que, para nuestro modelo de electrón, el orden implicado está captado *en el pensamiento,* como la presencia simultánea de muchos grados de transformaciones de conjuntos, diferentes pero interrelacionados, mientras que, para la música, es *sentida inmediatamente* como la presencia simultánea de muchos grados de transformaciones de tonos y de sonidos, diferentes pero interrelacionados. En la música existe una sensación, tanto de tensión como de armonía entre las diferentes transformaciones presentes, y esta sensación es ciertamente lo primario en la captación de la música en su estado no dividido de movimiento fluyente.

Al escuchar la música *se está percibiendo directamente, por tanto, un orden implicado.* Es evidente que este orden es *activo* en el sentido de que fluye continuamente en la respuesta emocional, la física y otras más, que son inseparables de las transformaciones que lo constituyen esencialmente.

Podemos ver que una noción similar es aplicable a la visión. Para ello, consideremos la sensación de movimiento que nos produce el contemplar la pantalla de un cine. Lo que está sucediendo en realidad es que se está proyectando en la pantalla una serie de imágenes ligeramente diferentes unas de otras. Si las imágenes estuvieran separadas por largos intervalos de tiempo no tendríamos la sensación de un movimiento continuo, sino que veríamos más bien una serie de imágenes desconectadas, tal vez acompañadas de una sensación de sacudidas. Pero, si las imágenes se acercan lo suficiente (digamos a una milésima de segundo), se tendrá una experiencia directa e inmediata, como si procediera de una realidad que se moviera y fluyese continuamente, no dividida y sin ruptura alguna.

Podemos aclarar más aún este punto si consideramos una ilusión de movimiento bien conocida, producida con la ayuda de un aparato estroboscópico, ilustrado en la figura 7.2.

Figura 7.2

Dos discos, A y B, dentro de una bombilla, están preparados para dar luz mediante una excitación eléctrica. Se ha dispuesto que la luz se encienda y se apague tan rápidamente que parezca ser continua, pero la disposición de ambos discos es tal que la luz de B se enciende ligeramente después que la de A. Lo que se percibe en realidad es una sensación de «movimiento fluyente» desde A hacia B, pero, paradójicamente, no se percibe que nada fluya de B (al contrario de lo que cabría esperar si hubiera habido un proceso de flujo real). Esto significa que experimentamos una sensación de movimiento fluyente cuando se forman en nuestra retina dos imágenes en posiciones vecinas, una de las cuales llega ligeramente después que la otra. (Estrechamente relacionado con esto está el hecho de que una fotografía borrosa de un automóvil rápido, que contiene una secuencia de imágenes superpuestas en posiciones ligeramente diferentes, nos da una sensación de movimiento mucho más inmediata y vivida de lo que lo haría una fotografía nítida, tomada con una cámara ultrarrápida.)

Parece evidente que la sensación de movimiento no fragmentado que hemos descrito es básicamente similar a la que procede de una secuencia de notas musicales. La diferencia principal entre la música y las imágenes visuales, en este caso, es que estas últimas deben llegar tan próximas en el tiempo que la consciencia no pueda resolverlas. Sin embargo, es claro que las imágenes visuales también sufrirán transformaciones activas cuando se «plieguen» en el cerebro y el sistema nervioso (por ejemplo, darán lugar a respuestas emocionales, físicas y otras más sutiles, de las cuales solamente seremos confusamente conscientes, y también a «recuerdos de imágenes» que serán parecidos en cierto modo a las reverberaciones de las notas musicales). Incluso aunque la diferencia de tiempo entre dos imágenes pueda ser muy corta, los ejemplos que hemos citado dejan claro que se experimenta una sensación de movimiento mediante el entremezclamiento y la interpenetración de las transformaciones que se hacen presentes con estas imágenes, cuando éstas penetran en el cerebro y el sistema nervioso.
Todo esto sugiere que, con bastante frecuencia (y no sólo para el caso especial de escuchar música), existe una similitud básica entre el orden de nuestra experiencia inmediata de movimiento y el orden implicado tal como se expresa en nuestro pensamiento. Hemos conseguido así un modo coherente de entender la experiencia inmediata del movimiento según nuestro
pensamiento (en efecto, esto resuelve la paradoja de Zenón referente al movimiento).
Para que veamos cómo se produce esto, lo consideraremos, como se suele pensar acerca del movimiento, según una serie de puntos a lo largo de una línea. Supongamos que, en un cierto tiempo í$_t$, una partícula está en la posición JC,, mientras que, un tiempo después, t_2, está en otra posición, x_2, Diremos, pues, que esta partícula se está moviendo y que su velocidad es
v =
u U
Desde luego, esta manera de pensar no refleja de ningún modo ni nos produce la sensación inmediata de movimiento que podemos tener en un momento dado, por ejemplo, con una secuencia de notas musicales reverberando en la consciencia (o en la percepción visual de un coche veloz). Más bien se trata solamente de una simbolización abstracta de movimiento, que tiene una relación con la realidad del movimiento similar a la que existe entre la notación musical y la experiencia real de la música misma.
Si tomamos, como acostumbra a hacerse, esta simbolización abstracta como una representación fidedigna de la realidad del movimiento, nos enredaremos en una serie de problemas confusos y básicamente insolubles. Todos ellos tienen que ver con la imagen con la cual representamos el tiempo, como si se tratara de una serie de puntos a lo largo de una línea y que en cierto modo estuvieran todos presentes a la vez, bien ante nuestra mirada conceptual, o tal vez ante la de Dios. Sin embargo, nuestra experiencia conceptual es la de que, cuando un momento dado, digamos t_x, está presente y es real, un momento anterior, como í$_2$, es pasado. Es decir: se ha *ido,* no existe, nunca volverá. De este modo, si decimos que la velocidad de un *ahora* particular (en t_2) es $(x_2 \;\; x_{\{})/(t_2 \;\; t_x)$ estamos intentando relacionar *lo que es* (es decir, x_2 y t_2) con *lo que no es* (es decir, x y t_x). Desde luego, esto podemos hacerlo *en abstracto y simbólicamente* (como es, ciertamente, práctica común en la ciencia y cas), pero el dato nuevo, no comprendido en este simbolismo abstracto, es que la velocidad de *ahora* está actuando *ahora* (por ejemplo, determina cómo actuará una partícula de ahora en adelante, en sí misma y en relación con otras partículas). ¿Cómo vamos a comprender la actividad *presente* de una posición (x_r) que es ahora no existente y que se ha ido para siempre?
Se suele creer que este problema se resuelve con el cálculo diferencial. Lo que se hace aquí es dejar que el intervalo de tiempo, $At = t_2 \;\; t_l$ se vaya reduciendo hasta

desaparecer, juntamente con *Ax* = x_2 x_i. La velocidad se define *ahora* como el límite de la proporción *Axl At,* cuando *At* se aproxima a cero. Esto implica, pues, que el problema descrito ya no puede plantearse, porque efectivamente se toman x_2 y x_l al mismo tiempo. Así que deben estar presentes a la vez y relacionados en una actividad que depende de ambos.

Sin embargo, una pequeña reflexión demuestra que este procedimiento es todavía más abstracto y simbólico que el primero, en el cual se consideraba finito el intervalo de tiempo. Porque no se tiene experiencia inmediata alguna de un intervalo de tiempo de longitud cero, ni se puede ver según un pensamiento reflexivo lo que esto puede querer decir.

Incluso como un formalismo abstracto, este método no es plenamente coherente en un sentido lógico, ni tiene tampoco rango de aplicación universal. Ciertamente, sólo se aplica dentro del área de los movimientos *continuos* y, además, sólo como un algoritmo técnico que resulta ser correcto para esta clase de movimiento. Sin embargo, como hemos visto, según la teoría cuántica, el movimiento *no* es fundamentalmente continuo. Así que, incluso como un algoritmo, su campo corriente de aplicación está limitado a las teorías que se expresan según los conceptos clásicos (es decir, en el orden explicado), en las cuales proporciona una buena aproximación al propósito de calcular los movimientos de los objetos materiales.

Sin embargo, cuando pensamos en el holomovimiento según el orden implicado,[16] no aparecen estos problemas. En este orden, el movimiento se comprende como una serie de elementos que se interpenetran y entremezclan con diferentes grados de implicación, *todos ellos presentes a la vez.* De este modo, la actividad de este movimiento no presenta dificultades, porque es un producto de todo este orden plegado, y está más determinado por las relaciones con los otros elementos, que también están presentes, que por las relaciones con elementos que ya no existen.

Vemos, pues, que, pensando según el orden implicado, llegamos a una noción de movimiento que es lógicamente coherente y que representa con propiedad nuestra experiencia inmediata de movimiento. De este modo, la ruptura neta entre el pensamiento lógico abstracto y la experiencia inmediata concreta, que ha impregnado durante tanto tiempo nuestra cultura, ya no podrá mantenerse. Por el contrario, se crea la posibilidad de un movimiento fluyente no fragmentado, desde la experiencia inmediata hasta el pensamiento lógico, y viceversa, que terminará así con esta fragmentación.

Además, ahora somos capaces de comprender, de un modo nuevo y más coherente, la noción que hemos propuesto referente a la naturaleza general de la realidad: la de que *lo que es,* es el movimiento. En realidad, lo que nos dificulta el trabajar según esta noción, es que estamos acostumbrados a pensar en el movimiento de la manera tradicional, como una relación activa de lo que existe con lo que no existe. Nuestra noción tradicional de la naturaleza general de la realidad nos llevará, pues, a decir que *lo que es,* es una relación activa de lo que existe con lo que no existe. Decir esto es, en fin de cuentas, confuso. Sin embargo, según el orden implicado, el movimiento es una relación de ciertas fases de *lo que existe* con otras fases de *lo que existe* que están en diferentes etapas de implicación. Esta idea supone que la esencia de la realidad como un todo es esta relación entre las varias fases en diferentes etapas de implicación (más que, por ejemplo, una relación entre diferentes partículas y campos que son todos ellos explicados y manifiestos).

Desde luego, el movimiento real implica mucho más que la simple sensación intuitiva inmediata de un flujo no fragmentado, que es nuestro modo de experimentar directamente el orden implicado. Generalmente, la presencia de esta sensación de flujo implica además que, en el momento siguiente, el estado de las

cosas puede cambiar realmente, es decir, será diferente. ¿Cómo deberemos entender este hecho de experiencia según el orden implicado?

Una clave valiosa nos la proporciona el reflexionar con cuidadosa atención sobre lo que ocurre cuando, en nuestro pensamiento, decimos que un conjunto de ideas *implican* otro conjunto diferente por completo. Naturalmente, el verbo «implicar» es, precisamente, el que ha dado origen a nuestro término «implicado» y, por tanto, también «envuelve» la noción de plegamiento. Ciertamente, cuando nosotros decimos que algo está *implícito,* por lo general estamos diciendo algo más que el mero enunciado de que esta cosa es una inferencia que las reglas de la lógica deducen de alguna otra cosa. Generalmente estamos queriendo decir que, de varias ideas y nociones diferentes (de algunas de las cuales somos explícitamente conscientes), emerge una noción nueva que las reúne de algún modo en un todo concreto y no dividido.

Vemos, pues, que cada momento de la consciencia tiene cierto contenido *explícito,* que es un primer término, y un contenido *implícito,* que es su fondo correspondiente. Lo que proponemos ahora no es solamente que se comprenda mejor la experiencia inmediata según el orden implicado, sino que este pensamiento también debe quedar comprendido dentro de este orden. No nos referimos precisamente al *contenido* del pensamiento por el que hemos comenzado ya a usar el orden implicado. Lo que queremos decir también es que la *estructura,* la *función* y la *actividad* reales del pensamiento están en el orden implicado. La distinción entre lo implícito y lo explícito en el pensamiento la consideramos aquí, pues, como esencialmente equivalente a la distinción entre implicado y explicado en la materia en general.

Para aclarar lo que significa esto, recordemos brevemente la fórmula básica de la ley de una subtotalidad (discutida en los apartados 3 y 6), es decir, que los elementos implicados en un conjunto característico (por ejemplo, de partículas de tinta o de átomos) que van a constituir la etapa siguiente de implicación, están vinculados por una fuerza global de necesidad que los reúne para contribuir a un fin común que emergerá en la siguiente fase del proceso que se discute. De un modo parecido proponemos que el conjunto de elementos implicados en el cerebro y el sistema nervioso que van a constituir la etapa siguiente en el desarrollo de una línea de pensamiento están vinculados de un modo parecido por una fuerza de necesidad global que los reúne para contribuir a la noción común que emergerá de la consciencia en el momento siguiente.

En este estudio hemos estado usando la idea de que se puede describir la consciencia en términos de una serie de momentos. Nuestra atención nos muestra que no podemos fijar exactamente un momento dado en relación con el tiempo (por ejemplo, con el reloj), sino más bien que este momento cubre un período de duración vagamente definido y de extensión algo variable. Como hemos apuntado antes, cada momento se experimenta directamente en el orden implicado. Ya hemos visto que, mediante la fuerza de la necesidad dentro de la situación global, un momento da origen al siguiente, en cuyo contenido lo que estaba implicado previamente se hace ahora explicado, mientras que el contenido previamente explicado ha quedado implicado (por ejemplo, como ha ocurrido en la analogía de las gotas de tinta).

La continuación de este proceso da cuenta de cómo tiene lugar *el cambio* de un momento al siguiente. En principio, el cambio debe ser una transformación fundamental y radical en cada momento. Sin embargo, la experiencia nos muestra que, en el pensamiento (igual que en la materia en general), acostumbra a haber mucha recurrencia y estabilidad, y éstas nos llevan a que sean posibles las subtotalidades relativamente independientes.

En cada una de estas subtotalidades se puede continuar según cierta línea de pensamiento que implica un cambio completamente regular. Evidentemente, el carácter preciso de tal secuencia de pensamientos, según se implican de un momento

al siguiente, depende generalmente del contenido del orden implicado en los momentos anteriores. Por ejemplo, un momento que contiene una sensación de movimiento tiende a ser seguido, por lo general, por un cambio en el momento siguiente que hará mayor esta sensación, por fuerte que fuera la que estuviese presente al principio (de tal modo que, como en el caso del aparato estroboscópico discutido anteriormente, cuando no ocurre esto, sentimos que está ocurriendo algo sorprendente y paradójico).

Al igual que en nuestra discusión sobre la materia en general, será necesario ahora que entremos en la cuestión de cómo es que el orden explicado es lo que está manifiesto en la consciencia. Como muestra la observación atenta (teniendo presente que la palabra «manifiesto» significa lo que es recurrente, estable y separable), el contenido manifiesto de la consciencia está esencialmente basado en la memoria, que es la que nos permite mantener este contenido con una forma bastante constante. Desde luego que, para hacer posible esta constancia, es también necesario que este contenido esté organizado, no solamente mediante asociaciones relativamente fijas, sino también con la ayuda de las reglas de la lógica y de nuestras categorías básicas de espacio, tiempo, causalidad, universalidad, etcétera. De este modo se puede desarrollar un sistema global de conceptos y de imágenes mentales que es una representación más o menos fiel del «mundo manifiesto».

Sin embargo, el proceso del pensamiento no es una mera *representación* del mundo manifiesto; más bien es una *contribución* importante a nuestro modo de experimentar este mundo, porque, como ya hemos señalado antes, esta experiencia es una fusión de nuestra información sensorial con la «repetición» de algunos de los contenidos de la memoria (que contienen pensamiento construido en su verdadera forma y orden). En esta experiencia habrá un fuerte fondo de características recurrentemente estables y separables, contra las cuales los aspectos transitorios y cambiantes del flujo no fragmentado de la experiencia se verán como impresiones pasajeras que tienden a disponerse y ordenarse principalmente de acuerdo con la vasta totalidad del contenido relativamente estático y fragmentado de los registros del pasado.

En efecto, se pueden aducir muchas pruebas científicas que demuestran que gran parte de nuestra experiencia consciente es una construcción que se basa en la memoria, organizada por el pensamiento de la manera general que acabamos de describir.[17] Pero entrar en detalle en este tema nos llevaría demasiado lejos. No obstante, nos será provechoso mencionar que Piaget[18] ha aclarado que una cierta consciencia de lo que es nuestro orden familiar del espacio, el tiempo, la causalidad, etcétera (que es, en esencia, lo que hemos llamado el orden explicado), solamente opera dentro de una pequeña extensión durante las primeras fases de la vida del individuo humano. Más bien, como él demuestra según cuidadosas observaciones, la mayor parte de los niños *aprenden* este contenido dentro del área de la experiencia sensomotriz, y más tarde, según se van haciendo mayores, relacionan esta experiencia con su expresión en el lenguaje y en la lógica. Por otra parte, parece ser que existe una consciencia inmediata del movimiento desde el principio mismo de la consciencia del individuo. Si recordamos que el movimiento se siente como primario en el orden implicado, veremos que el trabajo de Piaget respalda la noción de que el sentir en la experiencia el orden implicado es fundamentalmente mucho más inmediato y directo que sentir así el orden explicado, el cual, como acabamos de puntualizar, requiere una construcción compleja que se tiene que aprender.

Una razón de por qué no acostumbramos a darnos cuenta de la primacía del orden implicado es que nos hemos acostumbrado tanto al orden explicado, y le hemos dado tanta importancia en nuestro pensamiento y en nuestro lenguaje, que ahora nos sentimos fuertemente inclinados a sentir que nuestra primera experiencia fue la de lo que es explicado y manifiesto. No obstante, otra de las razones, tal vez más

importante, es que, al activar los registros de nuestra memoria, cuyo contenido es principalmente lo que es recurrente, estable y separable, enfocamos nuestra atención, con mucha preferencia, sobre todo lo que es estático y fragmentado.

Esto contribuye, pues, a la formación de una experiencia en la que estos rasgos estáticos y fragmentados son a menudo tan intensos que las características más transitorias y sutiles del flujo no fragmentado (por ejemplo, las «transformaciones» de las notas musicales) tienden generalmente a palidecer en una insignificancia aparente tal, que, en el mejor de los casos, sólo seremos débilmente conscientes de ellas. De este modo se forma la ilusión de que el contenido manifiesto, estático y fragmentado de la consciencia se siente en la experiencia como la verdadera base de la realidad, y esta ilusión proporciona la prueba aparente de que este modo de pensar, en el cual se toma este contenido como fundamental, es el correcto.[19]

8. Materia, consciencia y su fundamento común

Al comienzo del apartado anterior sugerimos que tanto la materia como la consciencia podían entenderse según el orden implicado. Ahora mostraremos cómo las nociones de orden implicado que hemos desarrollado en conexión con la consciencia pueden relacionarse con esta materia de la que estamos tratando, para que podamos comprender cómo ambas pueden tener un fundamento común.

Comenzaremos por advertir que (véanse capítulos primero y quinto) las teorías relativistas habituales en la física describen el conjunto de la realidad como un proceso cuyo elemento fundamental es un acontecimiento puntual, es decir, algo que sucede en una región relativamente pequeña del espacio y del tiempo. Nosotros proponemos, en cambio, que el elemento básico sea un *momento,* el cual, al igual que el momento en la consciencia, no puede estar relacionado precisamente con las medidas del espacio y del tiempo, sino que más bien cubre una región en cierto modo vagamente definida, que se extiende por el espacio y tiene una duración en el tiempo. La extensión y la duración de uno de estos momentos puede variar desde algo muy corto hasta algo muy grande, según el contexto que se esté discutiendo (hasta un siglo en particular puede ser un «momento» en la historia de la humanidad). Como ocurre con la consciencia, cada momento tiene un cierto orden explicado, y, además, implica todos los demás, si bien a su propio modo. De esta manera, la relación de cada momento dentro de la totalidad de todos los demás está implicada por su contenido total: la manera que tiene de «mantener» implicados todos los demás dentro de él.

En ciertos aspectos, esta noción es similar a la idea de las mónadas de Leibniz, cada una de las cuales «refleja» el todo a su propia manera, unas con gran detalle y otras con bastante vaguedad. La diferencia es que las mónadas de Leibniz tienen una existencia permanente, mientras que nuestros elementos básicos son sólo momentos y, por lo tanto, no son permanentes. La idea de Whitehead sobre las «ocasiones actuales» está más cerca de lo que proponemos aquí, y su principal diferencia con nuestra concepción es que nosotros usamos el orden implicado para explicar las cualidades y las relaciones de nuestros momentos, mientras que Whitehead lo hace de una manera algo diferente.

Recordaremos ahora que, según las leyes del orden implicado, existe una subtotalidad relativamente independiente, recurrente y estable, que constituye el orden explicado, y que, como es obvio, es básicamente el orden con el que solemos entrar en contacto en la experiencia común (ampliada, en cierto modo, por nuestros instrumentos científicos). Este orden deja espacio en él para algo como la memoria, en el sentido de que, por lo general, los momentos previos dejan un rastro (por lo común, implicado) que persiste en los momentos posteriores, aunque este rastro puede cambiar y transformarse de un modo casi ilimitado. A partir de este rastro (por

ejemplo, los que aparecen en las rocas) podemos, en principio, desplegar una imagen de los momentos pasados que sea similar, en ciertos aspectos, a lo que ha sucedido realmente. Para aprovechar estos rastros diseñamos instrumentos como las cámaras fotográficas, los magnetófonos y las memorias para ordenadores, capaces de registrar los momentos actuales de tal manera que podemos hacer directa e inmediatamente accesible mucho más del contenido de lo que ha ocurrido que lo que generalmente podrían hacer los rastros naturales solos.

Se podría decir que nuestra memoria es un caso especial de este proceso, porque todo lo que asimilamos en ella se mantiene plegado en las células cerebrales, y éstas forman parte de la materia en general. La recurrencia y la estabilidad de nuestra propia memoria como una subtotalidad hasta cierto punto independiente se produce, pues, precisamente como parte del mismo proceso que sostiene la recurrencia y la estabilidad en el orden manifiesto de la materia en general.

De esto se deduce, pues, que el orden explicado y manifiesto de la consciencia no es, en resumidas cuentas, otro que el de la materia en general. Fundamentalmente, tiene aspectos que lo diferencian de forma esencial orden total único. Esto explica el hecho básico que hemos apuntado antes: que el orden explicado de la materia en general es también, en esencia, el orden sensible explicado que nos presenta la consciencia en la experiencia ordinaria.

No solamente en lo que se refiere a esto, sino que, como hemos visto, también en un amplio grupo de otros aspectos importantes, la consciencia y la materia tienen básicamente, por lo general, el mismo orden (es decir, el orden implicado como un todo). Como ya hemos señalado antes, este orden es el que hace que sea posible una relación entre una y otra. Pero especifiquemos más: ¿qué podemos decir acerca de la naturaleza de esta relación?

Comenzaremos por considerar al individuo humano como una subtotalidad relativamente independiente, con una recurrencia y estabilidad de su proceso total (por ejemplo, física, química, neurológica, mental, etcétera) suficientes como para que sea capaz de subsistir durante un cierto período de tiempo. Sabemos que en este proceso se da el hecho de que el estado físico puede afectar al contenido de la consciencia de muchas maneras. (El caso más sencillo de ello es que podemos tener la consciencia de nuestras excitaciones neurales como sensaciones.) Y viceversa, sabemos que el contenido de nuestra consciencia puede afectar nuestro estado físico (por ejemplo, con una intención consciente, los nervios pueden excitarse, moverse los músculos, alterarse los latidos del corazón, a la vez que se producen alteraciones de la actividad glandular, de la química de la sangre, etcétera).

A esta relación entre la mente y el cuerpo se la llama comúnmente psicosomática (del griego *psijé,* que significa «mente» y *soma*, que significa «cuerpo»). Sin embargo, esta palabra se usa, por lo general, de tal manera, que implica que la mente y el cuerpo tienen existencias separadas pero relacionadas por alguna especie de interacción. Este significado no es compatible con el orden implicado. En este orden debemos decir que la mente implica la materia en general y, por consiguiente, el cuerpo en particular. De un modo similar, el cuerpo implica, no sólo la mente, sino también, y en cierto sentido, el universo material entero. (De la manera que lo hemos explicado antes en este apartado, tanto por medio de los sentidos como por el hecho de que los átomos constituyentes del cuerpo son estructuras reales que, en principio, están implicadas en absolutamente todo el espacio.)

En efecto, este tipo de relación lo hemos encontrado en el apartado 4, en el cual introducíamos la noción de una realidad multidimensional que *se proyecta* en elementos de menos dimensiones que no sólo tienen una relación no local ni causal entre ellos sino también la clase de implicación mutua que precisamente sugerimos para la mente y el cuerpo. Esto nos lleva a proponer en adelante que la realidad más comprensiva, profunda e íntima no está en la mente, ni tampoco en el cuerpo, sino

más bien en una realidad de una dimensionalidad todavía mayor, que es su fundamento común y que es de una naturaleza que los sobrepasa a ambos. Tanto la mente como el cuerpo son, pues, una subtotalidad relativamente independiente, y esto implica que tal independencia relativa deriva del fundamento multidimensional en el cual ambos son, finalmente, uno solo (igual que encontramos que la independencia relativa del orden manifiesto procede de su fundamento en el orden implicado).

Sobre esta base multidimensional, el orden implicado prevalece. Así, dentro de este campo, *lo que es* es el movimiento, que está representado en el pensamiento como la presencia simultánea de varias fases del orden implicado. Como ocurre con las formas más simples del orden implicado que hemos considerado antes, el estado de movimiento en un momento dado se despliega mediante una fuerza de necesidad más interior, inherente a este estado global de las cosas, y da origen a un nuevo estado de las cosas en el momento siguiente. Las proyecciones del campo multidimensional, como la mente y el cuerpo, podrán ser, en el momento siguiente, diferentes de como fueron en el momento anterior, aunque, desde luego, estas diferencias estarán relacionadas. Así que nosotros no diremos que la mente y el cuerpo se afectan causalmente de un modo recíproco, sino que los movimientos de ambos son el producto de las proyecciones relacionadas de un campo multidimensional común.

Naturalmente, incluso este campo de la mente y del cuerpo es limitado. En fin de cuentas, es evidente que tendremos que incluir a la materia más allá del cuerpo si es que queremos dar una razón adecuada de lo que realmente ocurre, y esto incluirá, finalmente, a las demás personas; después seguiremos con la sociedad, y llegaremos hasta la humanidad como un todo. Sin embargo, al hacerlo tenemos que tener cuidado de no volver a considerar que los diferentes elementos de una situación total dada tienen algo más que una relativa independencia. Pensando de una manera más profunda y, generalmente, más adecuada, cada uno de estos términos no es más que una proyección en una subtotalidad de «dimensión» aún más alta. Así que, en último extremo, será engañoso y por supuesto erróneo suponer, por ejemplo, que cada ser humano es una realidad independiente que interactúa con los demás seres humanos y con la naturaleza. Por el contrario, todos ellos son proyecciones de una totalidad única. Cuando un ser humano toma parte en el proceso de esta totalidad, queda fundamentalmente cambiado, precisamente por la misma actividad con la que se propone cambiar la realidad que contiene su consciencia. No tener esto en cuenta nos llevará de forma inevitable a una confusión seria y permanente en todo cuanto hagamos.

Por lo que se refiere a la mente, también podemos ver que es necesario seguir hasta un campo más inclusivo. Así, como hemos visto, el contenido explícito fácilmente accesible de la consciencia se incluye en un fondo implícito (o implicado) mucho mayor. Es evidente que éste debe estar contenido, a su vez, en un fondo todavía más grande, que no sólo pueda incluir los procesos neurofisiológicos en niveles de los cuales generalmente no somos conscientes, sino también un fondo más grande que el de éstos, de profundidades de inconsciencia desconocidas (y, por cierto, en último extremo incognoscibles), que puede considerarse como análogo al «mar» de energía que llena el espacio que percibimos sensiblemente como «vacío».[20]

Sea la que fuere la naturaleza de estas profundidades interiores de la consciencia, son el verdadero fondo, tanto del contenido explícito como del que acostumbramos a llamar implícito. Aunque este fondo no puede aparecer en la consciencia ordinaria, debe estar presente, sin embargo, en cierto modo. Al igual que el vasto «mar» de energía en el espacio está presente para nuestra percepción como una *sensación* de vacío o de nada, del mismo modo el vasto fondo «inconsciente» de nuestra consciencia explícita, con todas sus implicaciones, está presente de un modo similar.

Es decir, que puede ser *sentido* como un vacío, una nada dentro de la cual el contenido acostumbrado de la consciencia es solamente un pequeño conjunto de facetas que se desvanecen.
Consideremos ahora brevemente qué podemos decir acerca del tiempo en este orden total de materia y de consciencia.
En primer lugar, es bien conocido que, tal como lo percibimos directamente con los sentidos y lo experimentamos en la consciencia, el tiempo es muy variable y relativo a las condiciones (por ejemplo, un período dado pueden sentirlo como corto o como largo personas diferentes, o incluso la misma persona, según los intereses afectados en cada caso). Por otra parte, parece, según la común experiencia, que el tiempo físico es absoluto y no depende de condiciones. Sin embargo, una de las implicaciones más importantes de la teoría de la relatividad es que el tiempo físico es, en realidad, relativo, en el sentido de que puede variar según la velocidad del observador. (Esta variación es, sin embargo, solamente significativa cuando éste se aproxima a la velocidad de la luz, y es bastante despreciable en el dominio de la experiencia ordinaria.) Lo decisivo en el presente contexto es que, según la teoría de la relatividad, no se puede mantener una división tajante entre el espacio y el tiempo (excepto como una aproximación, válida para velocidades pequeñas comparadas con la de la luz). De modo que, si tenemos en cuenta que la teoría cuántica implica que los elementos que están separados en el espacio son, por lo general, proyecciones de una realidad multidimensional, relacionadas de un modo no causal y no local, de esto se deducirá que los momentos separados en el tiempo son también proyecciones de esta realidad.
Evidentemente, esto nos lleva a una noción fundamentalmente nueva acerca del significado del tiempo. Tanto en la experiencia común como en la física, se ha considerado que el tiempo es un orden primario, independiente y universalmente aplicable; tal vez el más fundamental de los que conocemos. Ahora hemos llegado a proponer que es secundario y que, al igual que el espacio (véase el apartado 5), debe ser derivado de un campo multidimensional, como un orden particular. Ciertamente, aún se podría decir más: que muchos órdenes de tiempo, particulares como éste e interrelacionados, podrían derivarse de diferentes conjuntos de secuencias de momentos, correspondientes a sistemas materiales que viajaran a diferentes velocidades. Sin embargo, todos ellos seguirían dependiendo de una realidad multidimensional que no podría ser comprendida por completo según ningún orden temporal, ni conjunto de tales órdenes.
De un modo parecido hemos llegado a proponer que esta realidad multidimensional puede proyectarse en muchos órdenes de secuencias de momentos en la consciencia. No estamos pensando solamente en la relatividad del tiempo psicológico que acabamos de discutir, sino también en implicaciones mucho más sutiles. Así, por ejemplo, hay personas que conocen bien a otras y que quedan separadas de ellas durante mucho tiempo (como el que mide la secuencia de momentos que registra un reloj) y, sin embargo, muchas veces son capaces de «tomarlas donde las dejaron», como si el tiempo no hubiera pasado. Lo que estamos proponiendo aquí es que estas secuencias de momentos que «se escapan» de los espacios intermedios son formas de tiempo tan permisibles como aquellas que parecen continuas.[21]
La ley fundamental, pues, es la del inmenso campo multidimensional; y las proyecciones de este campo determinan cualesquiera órdenes temporales que puedan existir. Naturalmente, esta ley puede ser tal que, en ciertos casos límite, el orden de momentos corresponda de forma aproximada a aquel que podría ser determinado por una simple ley causal. O bien, en otro caso límite diferente, el orden tendría un grado de complejidad tan alto que, como indicábamos en el capítulo quinto, se aproximaría a lo que acostumbramos a llamar un orden aleatorio. Ambas alternativas cubren tanto lo que sucede en la mayor parte del dominio de la experiencia ordinaria como

lo que prevé la física clásica. Sin embargo, tanto en el dominio cuántico como en relación con la consciencia y probablemente en la comprensión de la más profunda e íntima esencia de la vida, estas aproximaciones se mostrarán inadecuadas. Tendremos que seguir considerando al tiempo como una secuencia de momentos que es la proyección de una realidad multidimensional.

Tal proyección puede describirse más como creativa que como mecánica, porque se entiende por creatividad precisamente el comienzo de un nuevo contenido, que se despliega en una secuencia de momentos que no son completamente derivables de los que vinieron antes en esta secuencia o conjunto de tales secuencias. Lo que estamos diciendo, pues, es que el movimiento es básicamente un comienzo creativo de un contenido nuevo que no es el proyectado desde el campo multidimensional. En contraste con esto, lo que es mecánico es la subtotalidad relativamente autónoma que se puede abstraer de aquello que es básicamente un movimiento creativo de despliegue.

¿Cómo vamos a considerar ahora la evolución de la vida, tal como se formula generalmente en biología? En primer lugar hay que decir que la palabra «evolución» (cuyo sentido literal es «desenrollamiento») tiene connotaciones demasiado mecanicistas para que nos sirva con propiedad en este contexto. Sería mejor decir, como ya hemos apuntado antes, que diferentes formas sucesivas de vida se despliegan creativamente. Los miembros últimamente llegados no son derivables por completo de los que llegaron antes, mediante un proceso en el cual el efecto surja de una causa (aunque, con cierta aproximación, un proceso causal así pueda explicar ciertos aspectos limitados de la secuencia). La ley de este desplegamiento no se puede comprender con propiedad sin considerar también la inmensa realidad multidimensional de la cual es una proyección (excepto en la grosera aproximación en la cual se pueden despreciar las implicaciones de la teoría cuántica y lo que está más allá de ella). Nuestro método global nos ha planteado sucesivamente cuestiones acerca de la naturaleza del cosmos, de la materia en general, de la vida y de la consciencia. Todas ellas se han considerado como proyecciones de un fundamento común. A éste le podemos llamar el fundamento de todo lo que existe, al menos hasta donde puede ser sentido y conocido por nosotros, en la fase actual del desplegamiento de nuestra consciencia. Aunque no tengamos una percepción detallada, o un conocimiento de este fundamento, en cierto sentido ya está implicado en nuestra consciencia, tanto de las maneras que ya hemos subrayado, como tal vez de otras maneras que todavía tienen que descubrirse.

Este fundamento, ¿es el fin absoluto de todas las cosas? En la concepción que hemos propuesto referente a la naturaleza general de «la totalidad de todo lo que es», consideramos incluso este fundamento como una mera etapa, en el sentido de que, en principio, podría haber una infinidad de desarrollos posteriores más allá de él. En cualquier momento particular de este desarrollo, cada conjunto de conceptos que pudieran surgir constituiría, como mucho, una *propuesta.* No deberá tomarse como un *supuesto* acerca del cual creamos que está la verdad final, y todavía menos como una *conclusión* concerniente a la naturaleza de tal verdad. Por el contrario, esta propuesta nuestra se convierte ella misma en un *factor activo* en la totalidad de una existencia que nos incluye tanto a nosotros mismos como a los objetos de nuestros pensamientos y nuestras investigaciones experimentales. Cualesquiera propuestas que la sucedan en este proceso, como aquellas que ya hemos hecho, deberán ser *viables.* Es decir, se requerirá de ellas, tanto que tengan una coherencia interna general, como una consistencia en lo que fluya de ellas a la vida como un todo. Con la fuerza de una necesidad todavía más profunda y más íntima, correspondiente a esta totalidad, surgirá algún nuevo estado de las cosas en el cual, tanto el mundo como lo conocemos, como nuestras ideas acerca de él, experimentarán un proceso sin fin de cambio todavía más progresivo.

Con esto hemos llevado, en esencia, la presentación de nuestra cosmología y de nuestras nociones generales concernientes a la naturaleza de la totalidad a un natural punto de llegada (aunque, naturalmente, sólo sea temporal). De aquí en adelante, podemos contemplarlo como un todo y tal vez rellenar algunos de los detalles que hemos ido dejando sin terminar en este tratamiento necesariamente superficial, antes de seguir hacia nuevos desarrollos como aquellos a los que hemos aludido antes.

NOTAS

1. Fragmentación y totalidad

1. Véase, por ejemplo, J. Krishnamurti, *Freedom from the Known,* Gollancz, Londres, 1969.

2. El reomodo, un experimento con el lenguaje y el pensamiento

1. En realidad, el verbo latino «videre» en «dividir» no significa «ver», sino «colocar aparte». Parece ser que esto ha resultado así por casualidad. No obstante, aprovechar esta casualidad servirá mucho mejor a los propósitos del reomodo, ya que consideramos que la división es primariamente más un acto de percepción que un acto físico de separación.

2. Cuando una palabra se obtenga de una forma con prefijo, como *di, co, con,* etcétera, en la raíz verbal del reomodo, este prefijo se separará del verbo principal con un guión, para señalar que el verbo se ha construido de este modo.

3. Adviértase que, de ahora en adelante y en interés de la brevedad, por lo general no vamos a seguir dando una descripción completa del significado de las palabras que originan las demás formas del reomodo, como hemos estado naciendo hasta el presente.

3. La realidad y el conocimiento considerados como un proceso

1. A. N. Whitehead, *Process and Reality,* Macmillan, Nueva York, 1933.

2. H. C. Wyld, *The Universal Dictionary of the English Language,* Routledge & Kegan Paul, Londres, 1960.

3. J. Piaget, *The Origin of Intelligence in the Child,* Routledge & Kegan Paul, Londres, 1953.

 4. Variables ocultas en la teoría cuántica

1. D. Bohm. *Causality and Chance in Modern Physics,* Routledge & KeganPaul, Londres, 1957.

2. Véase J. von Neumann, *Mathematical Foundations ofthe Quantum Theory,* Princeton University Press, 1955; W. Heisenberg, *The Physical Principies ofthe Quantum Theory,* University of Chicago Press, 1930; P. Dirac, *The Principies of Quantum Mechantes,* Oxford University Press, 1947; P. A. Schilp (ed.), *Albert Einstein, Philosopher Scientist,* Tudor Press, Nueva York, 1957, especialmente capítulo séptimo para una discusión acerca del punto de vista de Bohr.

3. *Ibid.*

4. Von Neumann, *op. cit.*

5. A. Einstein, N. Rosen, y B. Podolsky, *Phys. Rev.*, vol. 47, 1935, p. 777.

6. D. Bohm, *Quantum Theory,* Prentice Hall, Nueva York, 1951.

7. Para una discusión sobre el punto de vista de Bohr, véase Schilp, *op. cit.,* capítulo séptimo.

8. D. Bohm, *Phys. Rev., vol.* 85, 1952, pp. 166, 180.

9. L. de Broglie, *Compt. rend.*, vol. 183, 1926, p. 447 y vol. 185, 1927, p. 380; *Revolution in Modern Physics,* Routledge & Kegan Paul, Londres, 1954.

10. D. Bohm y J. V. Vigier, *Phys. Rev.*, vol. 96,1954, p. 208.

11. Para una discusión más detallada, véase Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics.*

12. Bohm y Vigier, *op. cit.;* Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics.*

13. Bohm, *Phys. Rev.*, vol. 85, 1952, pp. 166,180; Bohm y Vigier, *op. cit.*; Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics.*

14. Bohm y Vigier, *op. cit.*

15. Bohm, *Phys. Rev.,* vol. 85, 1952, pp. 166,180; Bohm y Vigier, *op. cit.*; Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics.*

16. G. Kallen, *Physica,* vol. 19,1953, p. 850; *Kgl. Danske Videnskab. Selskab, Matfys. Medd.*, vol. 27, núm. 12, 1953; *Nuovo Cimento*, vol. 12, 1954, p. 217; A. S. Wightman, *Phys. Rev., vol* 98, 1955, p. 812; L. van Hove, *Physica,* vol. 18, 1952, p. 145.

17. *Ibid.*

18. Comunicaciones privadas.

19. Comunicaciones privadas.

20. Van Hove, *op.cit.*; comunicaciones privadas.

21. Se obtiene un resultado similar cuando se tratan las propiedades a gran escala de un agregado que contiene un gran número de partículas interactuantes. Se obtienen propiedades colectivas (por ejemplo, oscilaciones) que se determinan a sí mismas casi con independencia de los detalles

de los movimientos de las partículas individuales. Véase D. Bohm y D. Pines, *Phys. Rev.*, vol. 85, 1953, p. 338, y vol. 92,1953, p. 609.
22. Fürth fue el primero en mostrar esta analogía para el caso del movimiento browniano de una partícula. Véase Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics,* capítulo cuarto.
23. Bohm y Pines, *op. cit.*
24. M. Born, *Mechantes of the Atom,* Bell, Londres, 1927; H. Goldstein, *Classical Mechantes,* AddisonWesley, Cambridge, Mass., 1953.
25. *Ibid.*
26. Born, *op. cit.*
27. Comunicación privada.
28. Por ejemplo, un motor eléctrico sincrónico tiende a funcionar en fase con la corriente alterna que procede del generador. Existen innumerables ejemplos como éste dentro de la teoría de las oscilaciones no lineales. H. Jehle y J. Cahn, *Am. J. Phys.,* vol. 21, 1953, p. 526, nos dan una discusión más completa de las oscilaciones no lineales.
29. Born, *op. cit.*
30. Podríamos tomar algo más general que las combinaciones lineales, pero esto sólo nos serviría para complicar más las expresiones sin modificar, por ello, las características básicas del problema.
31. D. Bohm e Y. Aharonov, *Phys. Rev.*, vol. 108,1957, p. 1070.

5. La teoría cuántica como indicio de un orden nuevo en la física. Parte A

1. Esta noción de orden la sugerí por primera vez en una comunicación privada con un artista bien conocido, C. Biederman. Para una presentación de estos puntos de vista, véase C. Biederman, *Art as the Evolution of Visual Knowledge,* Red Wing, Minnesota, 1948.
2. M. Born y N. Wiener, *J. Math. Phys.,wo*. 5, 1926, pp. 8498; N. Wiener y A. Siegel, *Phys. Rev.,* vol. 91,1953, p. 1551.
3. Esta noción se ha discutido en los capítulos uno y tres desde otro punto de vista.
4. Para una discusión sobre este punto, véase D. Bohm, *Quantum Theory,* Prentice Hall, Nueva York, 1951.
5. Para una discusión amplia de este efecto, véase *ibid.*, capítulo 22; para un posterior punto de vista sobre este tema, véase J. S. Bell, *Rev. Mod. Phys.*, vol. 38,1966, p. 447.
6. N. Bohr, *Atomic Theory and the Description ofNature,* Cambridge University Press, 1934.
7. J. von Neumann, *Mathematical Foundations of Quantum Mechantes,* Princeton University Press, 1955.

6. La teoría cuántica como indicio de un orden nuevo en la física. Parte B

1. Para una presentación muy clara sobre este punto de vista, véase T. Kuhn, *The Nature of Scientific Revolutions*, University of Chicago Press, 1955.
2. J. Piaget, *The Origin of Intelligence in the Child,* Routledge & Kegan Paul, Londres, 1956.
3. Véase D. Bohm, B. Hiley y A. Stuart, *Progr. Teoret. Phys.*, vol. 3, 1970, p. 171, en donde esta descripción de un contenido que se percibe como la intersección entre dos órdenes se trata en un contexto diferente.
4. Véase, por ejemplo, D. F. Littlewood, *The Skeleton Key of Mathematics,* Hutchinson, Londres, 1960.
5. Véase, por ejemplo, *ib id.*

7. El universo plegado y desplegado y la consciencia

1. Véase *ReVision,* vol. 3, núm. 4,1978, para un tratamiento diferente de este tema. (Publicado en 20 Longfellow Road, Cambridge, Mass. 02148, EE. UU.)
2. Véase D. Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics,* Routledge & Kegan Paul, Londres, 1957, capítulo dos, para una discusión posterior sobre este punto.
3. Para una discusión más detallada sobre este punto véase, por ejemplo, D. Bohm y B. Hiley, *Foundations of Physics,* vol. 5, 1975, p. 93.
4. Para una discusión detallada de este experimento, véase D. Bohm, *Quantum Theory,* Prentice Hall, Nueva York, 1951, cap. 22.
5. Véase D. Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics,* capítulo dos, para una discusión de esta característica del «mecanicismo indeterminista».
6. Véase D. Bohm y B. Hiley, *Foundations of Physics,* vol. 5, 1975, p. 93, y D. Bohm, *Quantum Theory,* Prentice Hall, Nueva York, 1951, para un tratamiento más detallado sobre esta característica de la teoría cuántica.
7. Matemáticamente, todas las propiedades del sistema se derivan de una «función de onda» 3jYdimensional (en donde *N* es el número de partículas) que no puede ser representada solamente en el espacio tridimensional. Físicamente, nos encontramos en realidad con la relación no local y no causal entre elementos distantes que hemos descrito, y que se corresponde muy bien con lo que implican las ecuaciones matemáticas.

8. Notablemente aquellos en los cuales la «función de onda» del sistema combinado puede ser factorializada aproximadamente en dos funciones de onda tridimensionales separadas (como se demuestra en Bohm y Hiley, *op. cit.).*

9. Éste es precisamente un ejemplo de la combinación de las propiedades ondulatorias y de partícula que tiene la materia, como se describen en el apartado 2.

10. Este tipo de cálculo se sugiere en D. Bohm, *Causality and Chance in Modern Physics,* Routledge & Kegan Paul, Londres, 1957, p. 163.

11. En el apartado 8 vemos que el tiempo puede estar implicado del mismo modo que el espacio.
12. Compárese con la idea de subsistema, sistema y supersistema sugerida en Bohm y Hiley, *op. cit.*
13. Esta noción ya se ha sugerido de un modo preliminar en el capítulo tres.
14. Véase Karl Pribram, *Languages of the Brain,* G. Globus y otros (eds.), 1971; *Consciousness and the Brain,* Plenum, Nueva York, 1976.
15. Por ejemplo, como se demuestra en el apartado 3, un gran número de gotas ordenadas hnealmente se pueden envolver juntas de tal modo, que este orden se mantenga todavía sutilmente en la totalidad del grupo de conjuntos de las partículas de tinta.
16. Como se demuestra en el apéndice al capítulo seis, el algoritmo básico en el orden implicado es un *álgebra* con preferencia al cálculo.
17. Para una discusión más detallada, véase D. Bohm, *The Special Theory ofRelativity*, Benjamin, Nueva York, 1965, Apéndice.
18. *Ibid.*
19. Esta ilusión es, en esencia, la que se discute en los capítulos uno y dos, aquella en la que se ve la totalidad de lo que existe como constituida por fragmentos básicamente estáticos.
20. En ciertos aspectos, esta idea de un trasfondo «inconsciente» es similar a la de Freud. Sin embargo, según el punto de vista de Freud, el inconsciente tiene un contenido bien definido y limitado y, por consiguiente, no puede compararse con la inmensidad del fondo que estamos proponiendo. Es posible que el «sentimiento oceánico» de Freud esté más cerca de este último de lo que lo está su noción del inconsciente.
21. Esto corresponde al requisito de la teoría cuántica de que los electrones deben pasar de un estado en el espacio a otro, sin pasar por los estados intermedios.

ÍNDICE



He aquí, por fin, la obra fundamental del nuevo paradigma científico. En *La Totalidad y el orden implicado,* el profesor Bohm propone nada menos que un nuevo modelo de realidad. El sentido común y la convención social nos hace percibir el mundo como algo fragmentado; pero esta visión es falsa: confunde el contenido de nuestro pensamiento con el mundo en sí mismo. Bohm enseña que debajo del «orden desplegado» (explícate realm) hay un «orden implicado» (implícate realm); que el orden que vemos —por ejemplo— en el movimiento de los planetas es, en verdad, la expresión de un «orden implicado» en el cual los conceptos de espacio y tiempo ya no tienen validez; que en cualquier elemento del universo se contiene la totalidad del mismo —una totalidad que incluye tanto materia como conciencia. *La Totalidad y el orden implicado* es, en suma, el resultado de cuarenta años de investigación física y filosófica: una gran síntesis, una aventura intelectual enormemente excitante, escrita por un sabio que reúne instancias aparentemente tan dispares como son una interpretación original de la física cuántica, el modelo holográfico de Karl Pribam y la filosofía de la conciencia de Krishnamurti.

David Bohm es profesor de Física Teórica en el Birbeck College de la Universidad de Londres. Antiguo colaborador de Albert Einstein, ha sido también profesor en Princeton, en la Universidad de Sao Paulo y en Haifa. Mundialmente conocido por sus trabajos en el terreno de la física cuántica (teoría de las variables ocultas no locales).

ISBN 847245178X
Colección Nueva Ciencia Editorial Kairós
9"788472"451780